



محرم ١٤٣٢هـ/ديسمبر ٢٠١٠م | مجلة فصلية تصدرها مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية | السنة (٢٥) العدد (٩٧)

الجينوم

- خميرة الخباز
- ذبابة الفاكهة
- الجمل العربي

ISSN 1017 3056

منهـــاج النشـــر

أعزاءنا القراء:

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة:

- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها.
- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوّق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال.
- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال.
- أن لايقل المقال عن ثماني صفحات ولايزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة.
- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها.
- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
- المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها.
- يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية لاتتجاوز ١٠٠٠ ريال .

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

المشرف العام

د. محمد بن إبراهيم السويل

نائب المشرف العام ورئيس التحرير

د. عبد اللّه أحمد الرشيد

هيئة التحرير

د. حامد بن عودة المقرن
د. عبدالعزيز بن عبدالرحمن الصقير
د. نايف بن محمد العبادي
د. أحمد بن إبراهيم العمود
د. عثمان بن عبدالله الشبانة
د. محمد بن عبدالعزيز المنيع

سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبدالله الرشيد
د. محمد حسين سعد
خالد بن سعد المقبس
عبدالرحمن بن ناصر الصلهبي
محمد بن صالح سنبل
وليدبن محمد العتيبي

الإخراج والتصميم

محمد علي إسماعيل
سامي بن علي السقامي
فيصل بن سعد المقبس

المراسلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص ب ٦٠٨٦ ـ رمز بريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
هاتف ٤٨٨٣٥٥٥ ـ فاكس ٤٨١٣٣١٣

Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

jscitech@kacst.edu.sa
www.kacst.edu.sa



محتويات العدد

كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

ظهر في بداية القرن الماضي مصطلح جديد في التركيب الدقيق للخلية الحية أطلق عليه الخريطة الوراثية (Genome)، وقد تمت صياغته عام ١٩٢٠م من قبل عالم النبات الألماني هانس وينكر. أشتق هذا المصطلح من كلمتين جزؤها الأول يتكون من الأحرف الثلاثة الأولى من كلمة (Gene)، بينما أخذ الجزء الثاني من الأحرف الثلاثة الأخيرة من كلمة (Chromosome).

قراءنا الأعزاء

يمثل الجينوم كل المعلومات الوراثية المشفرة ضمن الدنا أو الرنا (في الفيروسات)، حيث يشمل مجموع المورثات، إضافة للتسلسلات غير المشفرة من الدنا نفسه، والتي توجد بين المورثات. وبشكل أكثر دقة فإن الجينوم هو عبارة عن المخزون الوراثي الكامل للكائن الحي، والمكون من جميع مورثاته المشتملة على المعلومات المشفرة الكاملة عن تركيب الكائن الحي، ووظائف وطبيعة أداء كل جهاز أو عضو في هذا الكائن، إضافة إلى آليات نموه وتطوره.

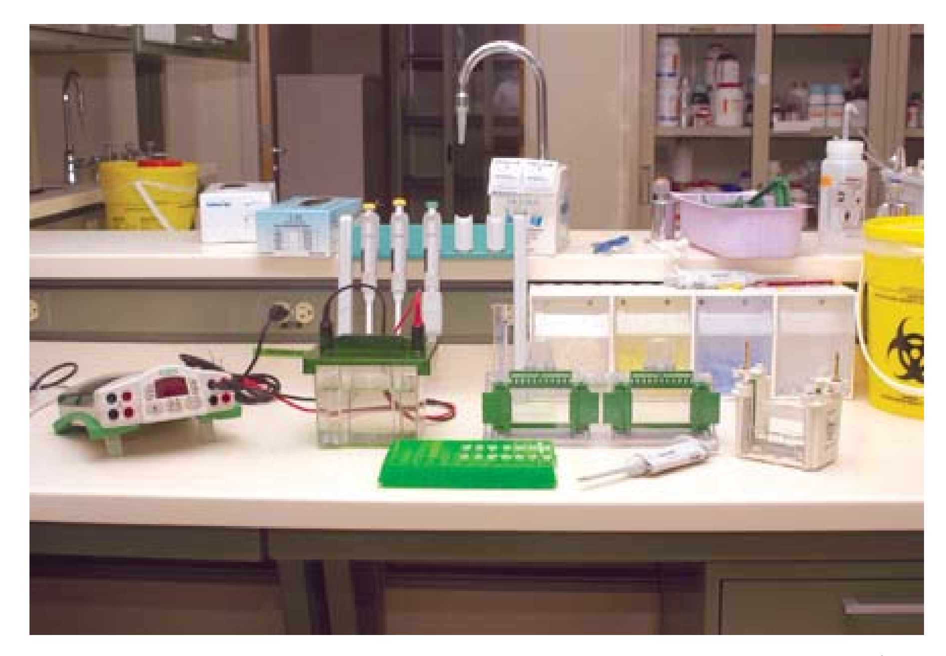
تمكن العلماء من فك الشفرة الوراثية لأكثر من ألف كائن حي حتى الآن بما فيها الشفرة الوراثية للإنسان، وقد أطلق عليها الجينوم البشري، ويأمل العلماء بأن يكون هذا التقدم المتسارع في فك الشفرات الوراثية للكائنات الحية نافذة واسعة على تقدم العلاج لكثير من الأمراض المستعصية، إضافة إلى فوائد أخرى، حيث يتوقع العلماء بأن بيانات الخريطة الوراثية لكل فرد قد تكون - في المستقبل القريب- أحد المكونات الهامة لبطاقته الشخصية، وربما أيضاً تكون أحد مسوغات التعيين، أو أحد شروط التأمين على الحياة، بحيث يتمكن صاحب العمل أو شركة التأمين من تقييم أحوال المتقدم الصحية في حاضره ومستقبله.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نضع بين أيديكم عدداً يحمل بين دفتيه مواضيع ذات صلة وثيقة بأعداد سابقة غطت التقنية الحيوية والخلايا الجذعية، آملين أن ينال استحسانكم ويروي عطشكم للعلم والمعرفة.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،

مركز التميز لبحوث الجينوم الطبية



أنشيء مركز التميز لبحوث الجينوم الطبية في جامعة الملك عبدالعزيز بدعم من وزارة التعليم العالي بتاريخ ١٥ محرم ١٤٢٨هـ الموافق ٤ فبراير ٢٠٠٧م؛ وذلك في ظل ندرة مراكز البحوث الوراثية في المملكة العربية السعودية.

يطمح المركز إلى أن يكون مركزا متميزا في أبحاث الجينوم الطبية، كما يحرص على مواكبة النهضة الطبية، وترجمة نتائج بحوثه في تحسين الرعاية الصحية، خاصة الأمراض الوراثية الموجودة في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال قيادة البحوث المبتكرة لاكتشاف العلامات البيولوجية لاعتماد الطب التشخيصي، وبالتالي توفير رعاية صحية أفضل.

كما يسعى القائمون على هذا المركز جاهدين لتوفير بيئة بحثية، تعزز من نمو الباحث وتعاونه، وذلك بأن يكون أنموذجا وطنيا للبحث والتعليم المتميز.

الأهداف

يتمثل الهدف العام للمركز في إجراء البحوث الأساسية والتطبيقية المطابقة للمعايير الدولية لمكافحة الأمراض الوراثية والسرطانية الشائعة في المملكة، إضافة إلى معالجة القضايا الصحية المهمة على المستوى الوراثي وفوق الوراثي والبروتيني.

كما أن هناك العديد من الأهداف الأخرى، منها:

١- الوصول إلى الريادة والقيادة في مجال البحوث الطبية الحيوية من خلال دعم التعليم الأساس، والبحوث المتقدمة، عن طريق اعتماد سياسة التعاون والشراكة في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال دعم ثقافة البحث العلمي وتقديم الدعم الفني والفكري للباحثين بجامعة الملك عبدالعزيز وغيرها من الجامعات في المجالات الطبية والحيوية .

٢- استخدام التقنيات الحديثة المتطورة للارتقاء بمستوى البحث العلمي وطرق التدريس في الجامعات للوصول لأعلى مستويات الخبرة، وذلك من خلال الالتزام والتفاني في البحوث العلمية الأصيلة.

٣- إنشاء شراكة محلية ودولية؛ من أجل رفعة وتطور البحث العلمي.

٤- إجراء بحوث طبية متعددة التخصصات ذات نطاق يمتد من إيجاد أدوات لتحليل بيانات الجينوم والبروتين وفوق الجينوم إلى البحث عن الطفرات الوراثية للأمراض لفهم تطورها، باعتماد تحليل التعابير والمسارات الوراثية الجزيئية.

٥- تسهيل وضع البرامج التوعوية لمختلف شرائح المجتمع بما في ذلك التعليم العام .

البرامج البحثية

تم اعتماد العديد من البرامج في أبحاث الخلايا الجذعية والتركيز عليها كعلاج للأمراض الشائعة في المملكة، منها ما يلي:

١- **برنامج أمراض السرطان**: ويتضمن سرطان الثدي والقولون والدم وأورام الغدد اللمفاوية وسرطان المثانة والمبيض وسرطان الغدة الدرقية.

كما يتم من خلال هذا البرنامج :

- فهم الآليات البيولوجية المعنية بتطور تلك الأمراض، وإمكانية استغلال هذه الآليات لتطوير واختبار علاجات جديدة.

- توصيف وتصنيف تلك الأورام بتحديد المؤشرات الحيوية التي يمكن أن تساعد في تشخيصها أو التكهن بمستقبلها.

- تنميط التعابير فوق الوراثية لعينات أورام المرضى السعوديين؛ للوقوف على المسارات البيولوجية المسؤولة عن التسرطن.

- الاستفادة من قاعدة المعرفة (البيانات) التي بنيت خلال الأبحاث التي أجريت أعلاه في تصميم نظم علاجية جديدة.

- شراكة ملتزمة طويلة المدى بين المستشفيات الرئيسية المسؤولة عن مشاريع المركز لمواصلة مشاريع وطنية مستقبلية.

٢- **برنامج الأمراض العصبية الوراثية**: ويختص بدراسة الأمراض الوراثية للجهاز العصبي العضلي، الأكثر انتشاراً في المنطقة الغربية للمملكة؛ بهدف التوسع في مختلف الاتجاهات المحددة، كما يتطلع المركز إلى استخدام تقنيات ذات طاقة انتاجية عالية، مثل: تقنية المصفوفات الدقيقة، وتقنية الجيل الثاني لتسلسل الحمض النووي، للكشف عن أنواع أخرى من المورثات المسؤولة عن نطاق أوسع من الأمراض الوراثية للعضلات وأمراض الجهاز العصبي العضلي؛ لمعرفة الخلفية الوراثية لهذه الأمراض بهدف تشخيصها للوصول إلى طرق علاجية جديدة أكثر فاعلية لها.

٣- **برنامج الفحص الوراثي**: ويعد من برامج البحوث متعددة التخصصات والقابل للتوسع المستمر، ويشتمل – حالياً – على مجموعتين بحثيتين تركز كل منهما على دراسة علم الوراثة الجزيئية لمرضين أساسيين هما:

(أ) مرض اختلال تجلط الدم في الأوعية الدموية (ثرمبوفيليا).

(ب) مرض ضعف أو فقدان السمع (الصمم).

ويهدف البرنامج إلى:

- تحديد أسباب الأمراض الوراثية الجزيئية السائدة في المملكة العربية السعودية، وذلك بوضع مجموعة من المؤشرات الحيوية ذات

الصلة التي يمكن أن تساعد في التشخيص الأولي والتشخيص أثناء تطور المرض وكذلك العلاج.

- عرض أحدث التقنيات الحيوية كتقنية تبادل طبيعة الكروماتوغرافيا السائلة ذات الضغط العالي للتسلسل الوراثي المتطور والمصفوفات الوراثية، وذلك للكشف عن الطفرة وما يليها من تحلل التغيرات الوراثية.

- تأسيس خدمة تشخيص الأجنة المختبري للكثير من العلل والأمراض الوراثية كمرض فقر الدم المنجلي، والثلاسيميا، ومرض ضمور العضلات، ومرض هنتغتون ذي الحركات اللاإرادية، ومرض التليف الكيسي، وفحص اضطرابات التمثيل الغذائي.

- استكشاف تطبيقات التشخيص الوراثي لعدد من الصفات المعقدة، مثل: مرض السكري في البالغين، وأمراض الشرايين التاجية والسرطان العائلي.

- استخدام التشخيص الوراثي والخلايا الجذعية كمدخل علاجي.

٤- **برنامج الخلايا الجذعية:** ويهدف هذا البرنامج إلى:

(أ) الاستفادة من الخلايا الجذعية في قدراتها العلاجية وإمكاناتها الكبيرة في تجديد الأنسجة السليمة لعلاج العديد من الأمراض.

(ب) دراسة مميزات الخلايا المنتجة ذات القدرات التناسلية المتعددة وإنتاجها باستخدام خلايا جسدية من متبرع سليم.

(ج) تحليل الأحداث الوراثية التي ينطوي عليها تحويل خلية جسدية وخلية متعددة القدرات، وذلك باستخدام المورثات الجزئية في التغير الوراثي، والتحليل ما فوق الوراثي.

(د) التفريق بين الخلايا ذات القوة التناسلية المتعددة لأنساب وذريات خاصة في الأبحاث المذكورة المشار إليها سابقاً في اتجاه البحوث متعددة الجنسيات.

(هـ) التعاون الدولي لوضع خطة إستراتيجية لمرحلة من التجارب السريرية للخلايا ذات القوة التناسلية والمتعددة.

الوحدات البحثية بالمركز

يضم المركز الوحدات التالية:

١- **وحدة التسلسل الوراثي المتطور:** وتهدف إلى تحقيق نتائج سريعة وموثوق بها في فك الشفرة التسلسلية في مجالات الجينوم، وكذلك تحليل الحمض النووي بأعلى جودة ممكنة، باستخدام أجهزة الجيل التالي التسلسلي، والإنتاجية العالية لتقنيات التسلسل الشعيري.

٢- **وحدة التنميط الوراثي:** وتعنى بقياس التعبير والتنميط الوراثي والتفريق بين النسخ المختلفة للمورثات بالإضافة إلى التحديد الدقيق لكميات الحمض النووي. حيث يتم ذلك بواسطة تقنية تفاعل سلسلة البوليميريز التي تعد من أكثر الطرق دقة وحساسية.

يمكن عن طريق هذه الوحدة - كذلك - الكشف عن التغيرات الوراثية الأحادية، والكشف عن الطفرات الوراثية، والتحديد الدقيق للتعابير الوراثية، والتحديد الدقيق لإضافات مجموعة الميثيل .

٣- **وحدة المصفوفات الوراثية:** وتوفر خدمات ذات كفاءة عالية باستخدام أكثر الطرق تطوراً على أجهزة الأفيميتركس وأجيلنت. وتشمل الخدمات المقدمة خدمة الكشف الشاملة عن أنماط تعابير المورثات لأي باحث يرغب بذلك.

٤- **وحدة زراعة الأنسجة:** وتقوم بتوفير المساعدة التقنية لأي باحث يرغب في استخدامها. وتوجد بالوحدة أحدث خزانات الأمان الحيوي -مستوى ٢- بالإضافة للحاضنات، وأجهزة الطرد المركزي، والمجاهر والمعدات الأخرى، كما تعنى هذه الوحدة بالعديد من الخدمات منها:

- زيادة ورعاية الخلايا
- عزل وزيادة وتجميد الخلايا الأولية من المرضى أو الأصحاء.
- إدخال الأحماض النووية إلى الخلايا.
- تطوير خلايا مهجنة دائمة.
- عزل الخلايا الجذعية من الدم، والنخاع الشوكي، والأنسجة الدهنية، والعضلات.
- تحديد كمية الخلايا الجذعية في الحالات السريرية.
- خدمات أخرى تتعلق بالخلايا الجذعية من الدم أو الأنسجة الأخرى.

٥- **وحدة التشخيص الوراثي للأجنة:** وتعد من أقدم الفحوصات الوراثية التي يمكن تطبيقها على الأجنة؛ لزيادة فرص الحمل الصحي، وتساهم هذه التقنية كوحدة مكملة لتقنية التوليد المساعد من حيث الحاجة إلى البويضات أو الأجنة لإجراء الفحوصات.

٦- **وحدة البنك الحيوي:** وتوفر إمكانية جمع ومعالجة وحفظ العينات السريرية؛ من أجل أداء الأبحاث الطبية عليها، باستخدام بروتوكولات دقيقة ومتعارف عليها دولياً، وهي مزودة بأحدث المعدات اللازمة لأداء مهمتها على أكمل وجه.

٧- **الوحدة الخدماتية الجزيئية:** وتعد أساس البحث العلمي والتدريب في مركز التميز لبحوث الجينوم، وهي تستفيد من خدمات عدة موظفين دائمين، يوفرون خدمة تقنية الأبحاث الجزيئية لجميع منسوبي المركز، بالإضافة لخدمات التدريب.

٨- **وحدة الصبغيات الوراثية:** وتعد من أكثر الوحدات شمولاً وتطوراً، من حيث الخدمات التشخيصية التي تقدمها من خلال الفحوصات الوراثية القائمة على تشخيص الصبغيات الوراثية. كما تقوم هذه الوحدة بتوفير فرص التدريب المهني لطلبة كلية العلوم الطبية التكنولوجية.

تضم هذه الوحدة عدداً من الأخصائيين في العلوم الوراثية الذين يقومون بتحليل النتائج وتقديم النصح من حيث اختيار الطرق العلاجية الملائمة للأمراض الوراثية والسرطان وغيره من الأمراض.

٩- **وحدة الإحصاء والمعلومات الحيوية:** وتقوم بتقديم التسهيلات اللازمة لجميع الباحثين؛ لتحليل الكم الهائل من المعلومات الناتجة عن المصفوفات وفك الشفرة الوراثية المتطور.

الإنجـــــازات

من أهم إنجازات مركز التميز لبحوث الجينوم ما يلي:

١- وضع الهيكل التنظيمي للمركز مشتملاً على الإدارة ووحدات دعم البحوث.

٢- جلب الكوادر البحثية المشتملة على علماء من مختلف البلدان والتقنيين والفنيين والطلاب.

٣- عقد ورش عمل ومؤتمرات علمية.

٤- توفير الأجهزة الحديثة المتطورة في مجال أبحاث الجينوم، مثل: أجهزة المصفوفات متناهية الصغر (Affymetrix & Aglient)، وأجهزة الجيل التالي لفك الشفرات الوراثية (ABI-Solid) .

٥- تأسيس وحدة زراعة الأنسجة وغيرها من الوحدات الخدماتية الجزيئية.

٦- اعتماد الأنشطة التوعوية والتعليمية، من خلال إطلاق النشرات الإخبارية الدورية والمطويات والكتيبات التعريفية الصغيرة.

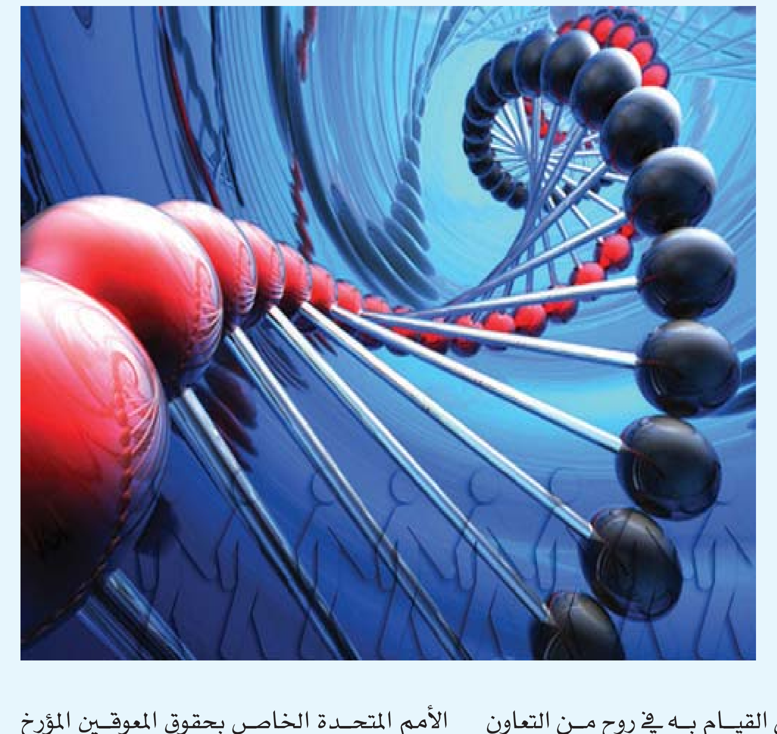
٧- إنشاء بنك حيوي يحتوي على الحمض النووي والخلايا والبروتينات وشرائح من الأنسجة المجمدة لمجموعات متنوعة من الحالات المرضية والسليمة.

المصدر :

موقع مركز التميز لأبحاث الجينوم الطبية على الشبكة العنكبوتية

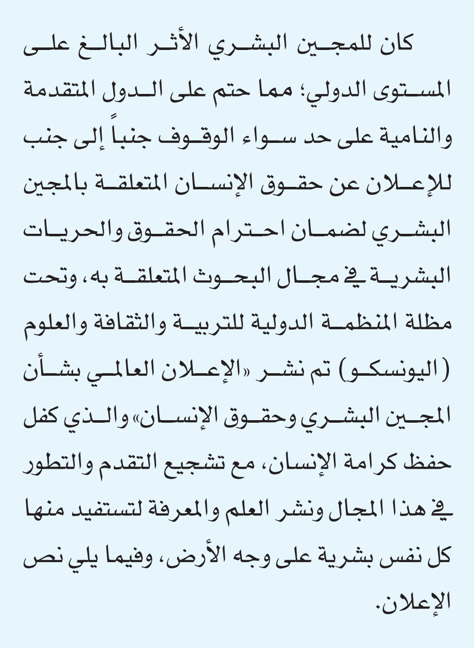
http://cegmr.kau.edu.sa/Default.aspx?Site_ID=١١٧&lng=AR

المجين البشري وحقوق الإنسان



محمد بن سعيد الغامدي

أدى التقدم في شتى المجالات الحياتية إلى تطور حقوق البشرية. حيث كانت في السابق تتمثل في المطالبة بحق العيش بسلام واحترام الذات الإنسانية. وفي عصر الثورة التقنية والاكتشافات العصرية الحديثة، أصبح للإنسان حقوقاً أكثر وأدق مما كان عليه سابقاً. فبعد التوصل إلى المجين البشري في بداية التسعينات الميلادية بشكل رسمي، ولدت للإنسان حقوقاً إضافية تتمحور في حقه في استخدام المجين البشري وتطبيقاته وما ينتج عنه من معلومات.



كان للمجين البشري الأثر البالغ على المستوى الدولي؛ مما حتم على الدول المتقدمة والنامية على حد سواء الوقوف جنباً إلى جنب للإعلان عن حقوق الإنسان المتعلقة بالمجين البشري لضمان احترام الحقوق والحريات البشرية في مجال البحوث المتعلقة به، وتحت مظلة المنظمة الدولية للتربية والثقافة والعلوم (اليونسكو) تم نشر «الإعلان العالمي بشأن المجين البشري وحقوق الإنسان» والذي كفل حفظ كرامة الإنسان، مع تشجيع التقدم والتطور في هذا المجال ونشر العلم والمعرفة لتستفيد منها كل نفس بشرية على وجه الأرض، وفيما يلي نص الإعلان.

المجين البشري وحقوق الإنسان

إن المؤتمر العام إذ يذكر بأن ديباجة الميثاق التأسيسي لليونسكو تؤكد على « المثل العليا للديمقراطية التي تنادي بالكرامة والمساواة والاحترام للذات الإنسانية» وترفض «مذهب عدم المساواة بين الأجناس»؛ وتوضح أن كرامة الإنسان تقتضي نشر الثقافة وتنشئة الناس جميعاً على مبادئ العدالة والحرية والسلام، وأن هذا العمل يعدّ بالنسبة لجميع الأمم واجباً مقدساً ينبغي القيام به في روح من التعاون المتبادل، وتعلن حتمية «أن يقوم هذا السلم على أساس من التضامن الفكري والمعنوي بين بني البشر» وتذكر أن المنظمة تسعى «عن طريق تعاون أمم العالم في ميادين التربية والعلم والثقافة إلى بلوغ أهداف السلم الدولي، وتحقيق الصالح المشترك للجنس البشري، وهي الأهداف التي أنشئت من أجلها منظمة الأمم المتحدة والتي ينادي بها ميثاقها».

ويذكر رسمياً بتمسكه بالمبادئ العالمية لحقوق الإنسان التي جرى التأكيد عليها بصفة خاصة في الإعلان العالمي لحقوق الإنسان المؤرخ في ١٠ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٤٨م، والعهدين الدوليين للأمم المتحدة الخاصين بالحقوق الاقتصادية والاجتماعية والثقافية وبالحقوق المدنية والسياسية المؤرخين في ١٦ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٦٦م. واتفاقية الأمم المتحدة الخاصة بمنع جريمة الإبادة الجماعية والمعاقبة عليها المؤرخة في ٩ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٤٨م، والاتفاقية الدولية للقضاء على جميع أشكال التمييز العنصري المؤرخة في ٢١ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٦٥م، وإعلان الأمم المتحدة الخاص بحقوق المتخلفين عقلياً المؤرخ في ٢٠ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٧١م، وإعلان الأمم المتحدة الخاص بحقوق المعوقين المؤرخ في ٩ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٧٥م، واتفاقية الأمم المتحدة الخاصة بالقضاء على جميع أشكال التميز ضد المرأة المؤرخة في ١٨ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٧٩م، وإعلان الأمم المتحدة بشأن المبادئ الأساسية لتوفير العدالة لضحايا الجريمة وإساءة استعمال السلطة المؤرخ في ٢٩ نوفمبر/ تشرين الثاني ١٩٨٥م، واتفاقية الأمم المتحدة الخاصة بحقوق الطفل المؤرخة في ٢٠ نوفمبر/ تشرين الثاني ١٩٨٩م، وقواعد الأمم المتحدة بشأن تحقيق تكافؤ الفرص للمعوقين المؤرخة في ٢٠ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٩٣م، واتفاقية حظر استحداث وإنتاج وتخزين الأسلحة البكتريولوجية (البيولوجية) والمسممة وتدمير تلك الأسلحة المؤرخة في ١٦ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٧١م، واتفاقية اليونسكو الخاصة بمكافحة التمييز في مجال التعليم المؤرخة في ١٤ ديسمبر/ كانون الأول ١٩٦٠م، وإعلان اليونسكو لمبادئ التعاون الثقافي الدولي المؤرخ في ٤ نوفمبر: تشرين الثاني ١٩٦٦م، وتوصية اليونسكو بشأن أوضاع المشتغلين بالبحث العلمي المؤرخة في ٢٠ نوفمبر/ تشرين الثاني ١٩٧٤م، وإعلان اليونسكو بشأن العنصر والتحيز العنصري المؤرخ في ٢٧ نوفمبر/ تشرين الثاني

١٩٧٨م، واتفاقية منظمة العمل الدولية رقم (١١١) بشأن التمييز في مجال العمل والمهنة المؤرخة في ٢٥ يونيو حزيران ١٩٥٨م، واتفاقية منظمة العمل الدولية (رقم ١٦٩) بشأن الشعوب الأصلية والقبلية في البلدان المستقلة المؤرخة في ٢٧ يونيو/ حزيران ١٩٨٩م.

ويضع نصب عينية الصكوك الدولية التي يمكن أن تشمل تطبيقات علم الوراثة في مجال الملكية الفكرية، وذلك دون الإخلال بأحكام تلك الصكوك، ولا سيما اتفاقية برن بشأن حماية المصنفات الأدبية والفنية المؤرخة في ٩ سبتمبر/ أيلول ١٨٨٦م والاتفاقية العالمية لليونسكو بشأن حقوق المؤلف المؤرخة في ٦ سبتمبر/ أيلول ١٩٥٢م، واللتين عُدلتا أخيراً في باريس في ٢٤ يوليو/ تموز ١٩٧١م، واتفاقية باريس لحماية الملكية الصناعية المؤرخة في ٢٠مارس/ آذار ١٨٨٣م، والمعدلة أخيراً في ستكهولم في ١٤ يوليو ١٩٦٧م، ومعاهدة بودابست للمنظمة العالمية للملكية الفكرية بشأن الاعتراف الدولي بتسجيل الأحياء المهجرية لأغراض الإجراءات في مجال البراءات المؤرخة في ٢٨ أبريل/ نيسان ١٩٧٧م، والاتفاق الخاص بجوانب حقوق الملكية الفكرية المتصلة بالتجارة الملحق باتفاق إنشاء المنظمة العالمية للتجارة الذي أصبح نافذاً في ١ يناير/ كانون الثاني ١٩٩٥م.

ويضع نصب عينية أيضاً اتفاقية الأمم المتحدة المتعلقة بالتنوع البيولوجي والمؤرخة في ٥ يونيو/ حزيران ١٩٩٢م، ويؤكد في هذا الصدد على أن الاعتراف بالتنوع الوراثي للبشرية، يجب ألا يفسح المجال لأي تفسير ذي طابع اجتماعي أو سياسي من شأنه الطعن في «ما لجميع أعضاء الأسرة البشرية من كرامة أصيلة فيهم، ومن حقوق متساوية وثابتة» طبقاً لديباجة الإعلان العالمي لحقوق الإنسان.

ويذكّر بقراراته ٢٢م/١٣، ١ و٢٣م/١٣، ١ و٢٤م/١٣، ١ و ٢٥م/٥، ٢ و٢٥م/٧، ٣ و٢٧م/ ٥، ١٥ و٢٨م/١٢،٠ و٢٨م/ ٢، ١ و٢٨م/٢، ٢ التي حثت اليونسكو على تشجيع وتنمية التأمل الأخلاقي والأنشطة المرتبطة به فيما يتعلق بآثار التقدم العلمي والتقني في مجالي البيولوجيا وعلم الوراثة، في إطار احترام حقوق الإنسان وحرياته الأساسية.

ويعترف بأن البحوث في مجال المجين البشري والتطبيقات الناجمة عنها تفتح آفاقاً عظيمة لتحسين صحة الأفراد والبشرية أجمع، ولكنه يؤكد على أنه ينبغي في الوقت ذاته أن تحترم كلياً كرامة الإنسان وحريته وحقوقه، وكذلك حظر كل شكل من أشكال التمييز القائمة على السمات الوراثية.

يعلن المبادئ التالية ويعتمد هذا الإعلان:

كرامة الإنسان والمجين البشري

● **المادة الأولى**

أن المجين البشري هو قوام الوحدة الأساسية لجميع أعضاء الأسرة البشرية، وقوام الاعتراف بكرامتهم الكاملة وتنوعهم. وهو بالمعنى الرمزي تراث الإنسانية.

المادة الثانية

(أ) لكل إنسان الحق في أن تحترم كرامته وحقوقه أياً كانت سماته الوراثية.

(ب) وتفرض هذه الكرامة ألا يقصر الأفراد على سماتهم الوراثية وحدها، وتفرض احترام طابعهم الفريد وتنوعهم.

● **المادة الثالثة**

أن المجين البشري تطوري بطبيعته ومعرض للطفرات، وهو ينطوي على احتمالات تتخذ أشكالاً مختلفة بحسب البيئة الطبيعية والاجتماعية لكل فرد، ولا سيما فيما يتعلق بالحالة الصحية وظروف المعيشة والتغذية والتربية.

المادة الرابعة

لا يمكن استخدام المجين البشري في حالته الطبيعية لتحقيق مكاسب مالية.

حقوق الأشخاص المعنيين

● **المادة الخامسة**

(أ) لا يجوز إجراء أي بحث أو القيام بأي معالجة أو تشخيص يتعلق بمجين شخص ما، إلا بعد إجراء تقييم صارم ومسبق للأخطار والفوائد المحتملة المرتبطة بهذه الأنشطة مع الالتزام بأحكام التشريعات الوطنية في هذا الشأن.

(ب) ينبغي في كل الأحوال التماس القبول المسبق والحر والواعي من الشخص المعني وفي حالة عدم أهليته للإعراب عن هذا القبول، وجب الحصول على القبول أو الإذن وفقاً للقانون مع الحرص على المصلحة العليا للشخص المعني.

(ت) ينبغي احترام حق كل شخص في أن يقرر ما إذا كان يريد أن يحاط علما بنتائج أي فحص وراثي أو بعواقبه.

(ث) وفي حالات البحوث ينبغي أن تخضع بروتوكولات البحوث، بالإضافة إلى ذلك لتقييم مسبق وفقاً للمعايير أو التوجيهات الوطنية والدولية السارية في المجال المعني.

(ج) في حالة عدم قدرة الشخص المعني على التعبير عن قبوله طبقاً للقانون، لا يجوز إجراء أي بحوث تتعلق بمجينه ما لم يكن ذلك مفيداً لصحته فائدة مباشرة، وشريطة توفير التراخيص وتدابير الحماية اللازمة بحكم القانون. ولا يجوز إجراء أي بحث لا يرجى منه نفع مباشر لصحة الشخص المعني، إلا في حالات استثنائية وبأعلى درجات الاحتراس مع الحرص على عدم تعريض الشخص المعني إلا لأدني قدر ممكن من الخطر والمضايقة، وشريطة أن يكون البحث مفيداً لصحة أشخاص آخرين ينتمون إلى نفس الفئة العمرية أو يتصفون بصفات وراثية مشابهة لصفات الشخص المعني، وعلى أن تجرى مثل هذه البحوث وفقاً للشروط المحددة في القانون وعلى نحو يكفل حماية الحقوق الفردية للشخص المعني.

● **المادة السادسة**

لا يجوز أن يعرض أي شخص لأي شكل من أشكال التمييز القائم على صفاته الوراثية، والذي يكون غرضه أو نتيجته النيل من حقوق الإنسان وحرياته الأساسية والمساس بكرامته.

● **المادة السابعة**

ينبغي أن تضمن، وفقاً للشروط التي يحددها القانون، حماية سرية البيانات الوراثية الخاصة بشخص يمكن تحديد هويته، والمحفوظة أو

المعالجة لأغراض البحث أو لأي غرض آخر.

● **المادة الثامنة**

لكل فرد الحق، وفقاً لأحكام القانون الدولي أو الوطني، في أن يتلقى تعويضاً منصفاً عن الضرر الذي قد يلحق به، ويكون سببه المباشر والحاسم عملية تصرف بمجينه.

● **المادة التاسعة**

حرصاً على حماية حقوق الإنسان وحرياته الأساسية، لا يجوز وضع أي قيود تحد من الالتزام بمبدأي توافر قبول الشخص المعني وسرية البيانات الخاصة به، إلا بحكم القانون ولأسباب قاهرة، وفي حدود ما تبيحه أحكام القانون الدولي العام والقانون الدولي لحقوق الإنسان.

البحوث في مجال المجين البشري

● **المادة العاشرة**

لا يجوز لأي بحث يتعلق بالمجين البشري، ولا لأي من تطبيقات البحوث، ولا سيما في مجالات البيولوجيا وعلم الوراثة والطب، أن يعلو على احترام حقوق الإنسان والحريات الأساسية والكرامة الإنسانية لأي فرد أو مجموعة أفراد.

● **المادة الحادية عشرة**

لا يجوز السماح بممارسات تتنافى مع كرامة الإنسان، مثل الاستنسال لأغراض إنتاج نسخ بشرية. ويتعين على الدول والمنظمات الدولية المختصة أن تتعاون للكشف عن مثل هذه الممارسات، واتخاذ التدابير اللازمة بشأنها على المستوى الوطني أو الدولي، وفقاً للمبادئ المنصوص عليها في هذا الإعلان.

● **المادة الثانية عشرة**

(أ) للجميع الحق في الانتفاع بمنجزات البيولوجيا وعلم الوراثة والطب فيما يخص المجين البشري، وذلك في إطار احترام كرامة وحقوق كل فرد.

(ب) إن حرية البحث اللازمة لتقدم المعارف، هي حرية نابعة من حرية الفكر. وينبغي أن تتوخى تطبيقات البحوث الخاصة بالمجين البشري، ولا سيما تطبيقاتها في مجالات البيولوجيا وعلم الوراثة والطب، تخفيف الآلام وتحسين صحة الفرد والبشرية أجمع.

شروط ممارسة النشاط العلمي

● **المادة الثالثة عشرة**

إن المسؤوليات الملازمة لأنشطة الباحثين، لاسيما توخي الدقة والحذر والأمانة الفكرية والنزاهة في إجراء بحوثهم وفي عرض واستخدام نتائجها، يجب أن تكون محل اهتمام خاص في إطار البحوث بشأن المجين البشري، بالنظر إلى التبعات الأخلاقية والاجتماعية المترتبة عليها. وتقع مسؤوليات خاصة في هذا الصدد أيضاً على عاتق أصحاب القرار في مجال السياسات العلمية من القطاعين العام والخاص.

● **المادة الرابعة عشرة**

ينبغي أن تتخذ الدول التدابير الملائمة لتهيئة الظروف الفكرية والمادية المؤاتية لممارسة أنشطة البحوث في مجال المجين البشري ممارسة حرة، ولمراعاة المتضمنات الأخلاقية والقانونية والاجتماعية والاقتصادية لتلك البحوث، في إطار المبادئ التي ينص عليها هذا الإعلان.

● **المادة الخامسة عشرة**

ينبغي أن تتخذ الدول التدابير الملائمة لتحديد إطار الممارسة الحرة لأنشطة البحوث في المجين البشري في ظل احترام المبادئ التي ينص عليها هذا الإعلان بهدف ضمان احترام حقوق الإنسان والحريات الأساسية والكرامة البشرية، وحماية الصحة العامة. ويتعين عليها السهر على ضمان عدم استخدام نتائج هذه البحوث لأغراض غير سلمية.

● **المادة السادسة عشرة**

ينبغي للدول أن تقّر بأهمية العمل على شتى المستويات الملائمة على تشجيع إنشاء لجان للأخلاقيات تكون مستقلة ومتعددة التخصصات، وتكلّف بتقدير المسائل الأخلاقية والقانونية والاجتماعية التي تثيرها البحوث في مجال المجين البشري وتطبيقاتها.

التضامن والتعاون الدولي

● **المادة السابعة عشرة**

ينبغي للدول أن تحترم وتشجّع قيام تضامن إيجابي تجاه الأفراد والأسر وفئات السكان المعرضين بوجه خاص للأمراض أو العاهات الوراثية أو المصابين بها. ويتعين عليها بصورة خاصة تشجيع البحوث الرامية إلى اكتشاف الأمراض الوراثية أو الأمراض التي تؤثر فيها العوامل الوراثية، ولا سيما الأمراض النادرة والأمراض المستوطنة التي تصيب قسماً مهماً من سكان العالم.

● **المادة الثامنة عشرة**

ينبغي للدول أن تحرص، في ظل احترام المبادئ التي ينص عليها هذا الإعلان ،على مواصلة تشجيع نشر المعارف العلمية بشأن المجين البشري والتنوع البشري والبحوث في مجال علم الوراثة على الصعيد الدولي، وأن تشجع في هذا الصدد التعاون العلمي والثقافي لا سيما بين البلدان الصناعية والبلدان النامية.

● **المادة التاسعة عشرة**

(أ) في إطار التعاون الدولي مع البلدان النامية، ينبغي للدول أن تسعى إلى تشجيع التدابير التي تتيح ما يلي :

١- ضمان منع التجاوزات وتقييم الأخطار والمزايا المتصلة بالبحوث في مجال المجين البشري.

٢- تنمية وتعزيز قدرات البلدان النامية على إجراء البحوث في مجال البيولوجيا وعلم الوراثة البشرية، نظراً لما تعانيه من مشكلات خاصة.

٣- تمكين البلدان النامية من الاستفادة من التقدم المحرز في مجال البحث العلمي والتكنولوجي، بهدف تشجيع التقدم الاقتصادي والاجتماعي لصالح الجميع.

٤- تشجيع التبادل الحر للمعارف والمعلومات العلمية في مجالات البيولوجيا وعلم الوراثة والطب.

(ب) يتعين على المنظمات الدولية المختصة أن تدعم وتشجع التدابير التي تتخذها الدول لتحقيق الأهداف المبينة أعلاه.

الترويج لمبادئ الإعلان

● **المادة العشرون**

ينبغي للدول الأعضاء أن تتخذ التدابير المناسبة للترويج للمبادئ المنصوص عليها في الإعلان، عن طريق التربية والوسائل الملائمة وخاصة عن طريق إجراء البحوث وأنشطة التدريب في مجالات جامعة للتخصصات، وعن طريق تعزيز التربية في مجال أخلاقيات البيولوجيا على جميع المستويات، ولا سيما التربية الموجهة إلى مختلف المسئولين عن السياسات العلمية.

● **المادة الحادية والعشرون**

ينبغي للدول أن تتخذ التدابير المناسبة لتشجيع كل نشاط آخر في مجال البحث والتدريب ونشر المعلومات، من شأنه تعزيز الوعي بالمسؤوليات التي تقع على عاتق المجتمع وكل فرد من أفراده إزاء القضايا الأساسية المتعلقة بالدفاع عن الكرامة الإنسانية والتي يمكن أن تطرحها البحوث في ميادين البيولوجيا وعلم الوراثة والطب، وما يسفر عنها من تطبيقات. وعليها أن تشجع في هذا المجال فتح نقاش واسع على الصعيد الدولي، تضمن فيه حرية التعبير لمختلف تيارات الفكر الاجتماعية الثقافية والدينية والفلسفية.

تطبيق الإعلان

● **المادة الثانية والعشرون**

ينبغي للدول أن تبذل الجهود من أجل الترويج للمبادئ المنصوص عليها في هذا الإعلان، وأن تعمل بكافة الوسائل الملائمة على تشجيع تطبيقها.

المادة الثالثة والعشرون

ينبغي للدول أن تتخذ التدابير الملائمة عن طريق التعليم والتدريب ونشر المعلومات، لتعزيز احترام المبادئ المنصوص عليها أعلاه، والتشجيع على الاعتراف بها وتطبيقها الفعلي، كما ينبغي للدول أن تشجع المبادلات بين اللجان المستقلة المعنية بالأخلاقيات، حال وجودها، والجمع بينها في شبكات لتيسير التعاون فيما بينها.

● **المادة الرابعة والعشرون**

ينبغي أن تسهم لجنة اليونسكو الدولية لأخلاقيات البيولوجيا في نشر المبادئ المنصوص عليها في هذا الإعلان والتعمق في بحث المسائل المترتبة على تطبيقاتها وعلى تطور التقنيات في هذا الصدد. وينبغي أن تنظم كل ما تراه مفيداً من المشاورات مع الأطراف المعنية، مثل الفئات المعرضة من السكان. وينبغي أن تصاغ – وفقاً للإجراءات النظامية المتبعة في اليونسكو – توصيات موجهة إلى المؤتمر العام وآراء فيما يخص متابعة الإعلان، لاسيما فيما يتعلق بتحديد الممارسات التي يمكن أن تتنافى مع الكرامة الإنسانية، مثل التدخلات في السلالة الانتاشية.

● **المادة الخامسة والعشرون**

ليس في هذا الإعلان أي نص يجوز تأويله على نحو يخول أي دولة أو مجموعة أو فرد الاستناد إليه بأي شكل من الأشكال للقيام بأي نشاط أو بأي فعل يتنافى مع حقوق الإنسان وحرياته الأساسية، بما في ذلك المبادئ المنصوص علها في هذا الإعلان.

تطبيق الإعلان العالمي بشأن المجين البشري وحقوق الإنسان

إن المؤتمر العام،

إذ يأخذ في اعتباره «الإعلان العالمي بشأن المجين البشري وحقوق الإنسان» الذي اعتمد في هذا اليوم الموافق الحادي عشر من نوفمبر/ تشرين الثاني ١٩٩٧م، ويلاحظ أن الآراء التي أبدتها الدول الأعضاء لدى اعتماد الإعلان العالمي تعتبر ملائمة لمتابعة الإعلان، وذلك على النحو التالي

١– يحث الدول الأعضاء على ما يلي:

(أ) أن تستلهم أحكام الإعلان العالمي بشأن المجين البشري وحقوق الإنسان، فتتخذ التدابير الملائمة، بما فيها التدابير التشريعية أو التنظيمية عند الاقتضاء، للترويج للمبادئ المنصوص عليها في الإعلان والتشجيع على تطبيقها.

(ب) أن تحيط المدير العام بانتظام بأي معلومات مفيدة بشأن التدابير التي تتخذها لتطبيق المبادئ النصوص عليها في الإعلان.

٢– ويدعو المدير العام إلى القيام بما يلي :

(أ) تنظيم اجتماع في أقرب وقت ممكن بعد الدورة التاسعة والعشرين للمؤتمر العام لفريق عمل خاص يراعى في تشكيله التمثيل الجغرافي الموازن ويتألف من ممثلي دول أعضاء، ليقدم إليه المشورة بشأن تنظيم اللجنة الدولية لأخلاقيات البيولوجيا وتحديد مهامها في ما يتعلق بالإعلان العالمي، وبشأن الشروط، بما في ذلك نطاق المشاورات التي ستلتزم بها اللجنة في تأمين متابعة الإعلان المذكور، وتقديم تقرير عن هذا الموضوع إلى المجلس التنفيذي في دورته الرابعة والخمسين بعد المائة.

(ب) أن يتخذ التدابير اللازمة لكي تقوم لجنة اليونسكو الدولية لأخلاقيات البيولوجيا بنشر الإعلان ومتابعة تنفيذه وبالترويج للمبادئ المعلنة فيه.

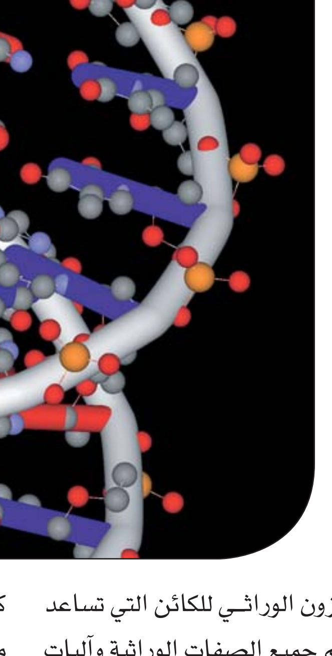
(ج) أن يعد للمؤتمر العام تقريراً جامعاً بشأن الوضع العالمي في الميادين التي يشملها الإعلان استناداً إلى المعلومات التي تقدمها الدول الأعضاء وأي معلومات أخرى يجمعها بالطرق التي يراها مناسبة، وتكون لديه أدلة أكيدة على صحتها.

(د) أن يأخذ تماماً في اعتباره عند إعداد تقريره الجامع، أعمال مختلف منظمات وأجهزة منظومة الأمم المتحدة وغيرها من المنظمات الدولية الحكومية، وكذلك أعمال المنظمات الدولية غير الحكومية المختصة.

(هـ) أن يقدم تقريره الجامع إلى المؤتمر العام ويعرض عليه أي ملاحظات عامة وأي توصيات يراها ضرورية لتعزيز تنفيذ الإعلان، لكي يتخذ المؤتمر العام قرارا بشأنها.

مقدمة عن الجينوم

أ.د. ماهر محمد شحاته



عند بزوغ فجر الألفية الثالثة خطا علم الأحياء ومجالاته المختلفة - خاصة التقنية الحيوية والجينوم والبروتيوم - خطوات كبيرة للأمام، بعد الإعلان عن رسم الخريطة الوراثية للإنسان، وهو المشروع الذي عُرف بمشروع الجينوم البشري. وانتشرت في معظم وسائل الإعلام موجة من الآمال العريضة تشير إلى أن إنجاز هذا المشروع الكبير يعني بداية الخلاص من أخطر الأمراض. لكن علينا أن نشير إلى أن هذا الإنجاز لا يزيد عن فتح أحد الأبواب الرئيسة المغلقة المؤدية لفهم الأمراض وعلاجها، فما توصل إليه العلماء حتى الآن هو قراءة كتاب الحياة فقط، لكن فهمه واستيعابه والاستفادة القصوى من جميع معطياته، يحتاج إلى المزيد من البحث المتواصل.

تم صياغة مصطلح الجينومات (المجين) عام ١٩٢٠م - من قبل عالم النبات الألماني «هانس وينكلر».- على أنه كل المعلومات الوراثية المشفرة ضمن الدنا، وأحيانا ضمن الرنا كما في حالة الفيروسات. ويشمل الجينوم مجموع الجينومات إضافة لتسلسلات غير مشفرة من الدنا نفسه والتي توجد بين الجينومات. وبشكل أكثر دقة فإن الجينوم هو التسلسل الكامل للدنا ضمن مجموعة وحيدة من الصبغيات (Haploid). وبمعنى آخر هو المخزون الوراثي الكامل للكائن الحي والمكون من جميع مورثاته المتضمنة بدورها المعلومات المشفرة الكاملة عن تركيب الكائن الحي، ووظائف وطبيعة أداء كل جهاز أو عضو في هذا الكائن إضافة إلى آليات نموه وتطوره.

تعد دراسات الجينوم من الدراسات العلمية المتقدمة جداً، حيث يتم التعرف على الشفرات الوراثية وتحليلها، والتي يصل طولها إلى الملايين أو آلاف الملايين من الأحرف الوراثية مرتبة ومتسلسلة للتعبير عن وظائف الكائن الحي. ويؤدي تفكيك شفرة المعلومات الوراثية الكاملة لأي كائن إلى رسم الخارطة الوراثية له. تحدد الخارطة الوراثية مسؤولية ووظيفة كل صفة من صفات المخزون الوراثي للكائن التي تساعد بدورها على فهم جميع الصفات الوراثية وآليات العيش والتعايش ومقاومة الأمراض وغيرها من الصفات.

يتناول هذا المقال التسلسل التاريخي للجينوم وتطور أبحاثه، وطرق وتقنيات دراسته، وأهم الجينومات التي درست، وأحدث الجينومات، وعلم الجينوم المقارن، وأهم المراكز العالمية، إضافة إلى الجينومات المكتشفة والتشريعات اللازمة.

نظـــرة تاريخيـــة

أدرك العلماء خلال العقدين الأخيرين أن للوراثة لغة خاصة بها مثل أي لغة أخرى، مكتوبة ومقروءة، وهي لغة واحدة بين جميع الكائنات الحية – فتبارك الله أحسن الخالقين – وتتكون أبجديات هذه اللغة من أربع حروف تستخدم في كتابة كلماتها وجملها هي الأدينين (Adenine: A)، الجوانين (Guanine: G)، السيتوسين (Cytosine: C)، والثايمين (Thymine: T). وتكوّن هذه الحروف الأربعة عدداً محدوداً من الكلمات الثلاثية (شفرة الوراثة) –٦٤ كلمة وراثية كل منها تسمى كودون– ولكن هذه الكلمات تكوّن عدداً لانهائياً من الجمل يتمثل في الجينومات المعبرة عن كل صفات الكائن الحي. وبالنظر لأبجديات اللغة العربية نجد أنها ٢٨ حرفاً وتكون عدداً لانهائياً من الكلمات والجمل، وكذلك اللغة الإنجليزية وحروفها ٢٦ حرفا وتكون أيضا عدداً لانهائياً من الكلمات والجمل، وهذا دليل على إعجاز الخالق سبحانه وتعالى.

تعود أصول الوراثة إلى العالم النمساوي «جريجور مندل» (١٨٢٢-١٨٨٤م) الذي وضع القانون الأول والثاني من قوانين علم الوراثة، وهو صاحب نظرية «أن كل صفة تكون لها أصل من الأب أو الأم». أجرى مندل أبحاثه على نبات «بسلة الخضر» ونشر نتائج أبحاثه عام ١٨٦٦م، في كتابة بعنوان «أصل الأنواع والوراثة المزجية» ولكن لم يهتم بها الباحثون في هذا الوقت، حيث كان العالم مشغولاً بنظرية التطور للعالم «داروين» وكتابه بعنوان «أصل الأنواع والوراثة المزجية» إلا في عام ١٩٠٠م، حيث أعيد اكتشاف قوانينه بواسطة الباحثين والعلماء في أكثر من جهة بحثية على حشرة الدروسوفيلا (ذبابة الفاكهة) بعد أن لاحظوا أن بعض الحشرات ذات لون العين الأحمر تنتج

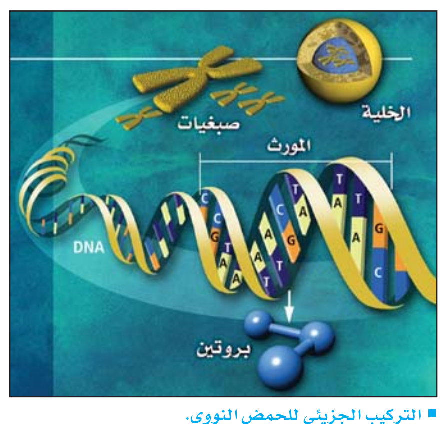
أبناء لون العين لديهم أبيض.

يعد العالم "مايشر" (١٨٤٤- ١٨٩٥م) هو أول من استطاع فصل الدنا. أما التركيب الكيميائي للدنا فقد اكتشفه العالم "تشارجاف" في أواخر عام ١٩٢٨م وأشار إلى أن كل الكائنات الحية يكون فيها الدنا له نفس التركيب الكيميائي، لكن الاختلاف يكون في نسب النيوكليوتيدات الأربعة. وفي عام ١٩٤٤م اكتشف العالم "إيفري" أن الدنا هو مادة الوراثة.

وفي ٢٥/أبريل عام ١٩٥٣م، نشرت مجلة الطبيعة (NATURE) البريطانية ورقة علمية للعالمين الأمريكي "جيمس واطسون" والبريطاني "فرانسيس كريك" يصفان فيها نموذج تركيب الدنا الذي تمكنا من اكتشافه. وفي عام ١٩٥٤م قاما بعرض النموذج في جامعة "كامبردج" بإنجلترا. وقد أثبتا أن الدنا له تركيبة واحدة لا يتغير شكلها في الكائنات الحية، ويتكون من شريطين أو سلسلتين جانبيتين ملتفتين حول بعضهما ليشبها السلم الخشبي الذي تتكون جوانبه من جزئيات السكر الخماسي والفوسفات بطريقة متتابعة، وتتكون درجاته من مجموعة من القواعد النيتروجينية، غير أن السلم يلتف حول نفسه متخذاً شكل السلم الحلزوني، لذلك يطلق عليه اسم (اللولب أو الحلزون المزدوج). ويتكون كل شريط من وحدات متكررة تسمى النيوكليوتيدات، التي تمثل الوحدة البنائية لجزيء الحمض النووي وتتركب النيوكليوتيدة من جزيء سكر خماسي يرتبط بمجموعة فوسفات وواحدة من أربع قواعد نيتروجينية. وقد تكون القاعدة النيتروجينية أحد مشتقات البيريميدين (أحادي الحلقة)، وهي إما ثايمين أو سيتوزين، وقد تكون أحد مشتقات البيورين (ثنائي الحلقة)، وهي أدينين أو جوانين. ولكي تتكون الروابط الهيدروجينية بشكل سليم بين زوجي القواعد النيتروجينية فقد رأى واطسون و كريك أن شريطي النيوكليوتيدات في جزئ الدنا يكون أحدهما في وضع معاكس للآخر، حيث تكون مجموعة الفوسفات الطرفية متصلة بذرة الكربون رقم (5') في السكر الخماسي في شريطي الدنا عند الطرفين المعاكسين. وقد أكد واطسون وكريك في نموذجهما أن تتابع النيوكليوتيدات في كل شريط من الاثنين يوفر المعلومات اللازمة لإنتاج الشريط المقابل، فمثلاً إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية في جزء من الشريط (3'-ACTGAC-5') فإن قطعة الشريط المقابل والتي ستتكامل معها لابد وأن تكون (5'-TGACTG-3'). فإذا فصل شريطي الدنا عن بعضهما البعض فإن كل منهما يمكن أن يعمل كقالب (Template) لإنتاج شريط يتكامل معه.

وقد أيدت تجارب النيوزلندي "موريس ولكنز" نتائج واطسون وكريك. ونظراً لأهمية هذا الإنجاز منح العلماء الثلاثة جائزة نوبل في عام ١٩٦٢م.

في عام ١٩٧٧م، توصل العالمان "سانجر" و"جلبرت" في دراستين مختلفتين بجامعتي "كمبريدج" الإنجليزية و"هارفارد" الأمريكية إلى طرق يمكن بها قراءة التسلسل لتحديد تتابعات النيوكليوتيدات في جزيء الدنا. ومنذ ذلك التاريخ بدأت محاولات العلماء لدراسة تسلسل الدنا في الكائنات الحية. ويعد فيروس (ϕX174) أول كائن يدرس تسلسله الوراثي كاملاً عام ١٩٧٧م بواسطة العالم "سانجر". وفي عام ١٩٨٤م، اكتشف العالم "جيفري" البصمة الوراثية المعتمدة على التسلسل العجيب لهذه القواعد النيتروجينية المكونة لجزيء الحمض النووي، ووجد أن هذا التسلسل لا يتشابه فيه اثنان من البشر على وجه الأرض، إلا في حالات التوائم المتماثلة، والتي أصلها بويضة واحدة وحيوان منوي واحد. وفي عام ١٩٨٥م، اقترح مشروع الجينوم البشري ومعه مجموعة من الكائنات الأخرى كنماذج يستفاد منها في المقارنة والتحليل. وتوالت بعد ذلك الإنجازات العلمية التالية :



■ التركيب الجزيئي للحمض النووي.

١- عام ١٩٩٠م الانطلاق الرسمي لمشروع الجينوم البشري.
٢- عام ١٩٩٥م نشر العالم "ريتشارد ماثيس" طريقة قراءة التسلسل المعتمدة على استخدام الصبغة (Dye-based sequencing).
٣- عام ١٩٩٨م نشر العالمان "فيل جرين" و "برنت إويج" من جامعة واشنطن طريقة (phred) لتحليل بيانات قراءة التسلسل.
٤- عام ٢٠٠١م نشر المسودة الأولى للجينوم البشري في مجلتي الطبيعة البريطانية (NATURE) والعلوم (SCIENCE) الأمريكية.
٥- عام ٢٠٠٢م اكتمال الجينوم البشري الكامل.
٦- عام ٢٠٠٦م نشر الجينوم لآخر صبغي بشري (صبغي رقم ١).
٧- عام ٢٠٠٧م نشر جينوم العالم "جيمس واطسون".

جينومات الكائنات النموذجية

يتطلب دراسة وظيفة مورث ما، القيام بتغيير تسلسل المورث أو تشويهه أو تدميره ثم ملاحظة النمط الظاهري (phenotype) الناتج عن ذلك، كما حصل من قبل مع ذبابة الفاكهة، منذ عقد عشرينيات القرن الماضي (العشرين) وما تلاها. غير أن هذا النوع من التجارب لا يمكن إجراؤها على الإنسان، ومن ثم يتعين إجراء التجارب الأولى على حيوانات المختبر، وذلك لتقييم أثرها قبل الترخيص باستعمالها للعموم. ولذلك يستعمل الباحثون في المراكز البحثية، والجامعات، والشركات جينومات كائنات حية بسيطة نسبياً - تعرف بالكائنات النموذجية- لدراسة ضروب من العمليات الحيوية والأمراض البشرية، أي أنها تُسخّر للعثور على منافع الإنسان، مثل الأدوية وغيرها. وتعد مورثات الكائنات النموذجية جذابة فيما يتعلق بأبحاث صناعة الدواء، ذلك أن البروتينات التي تشفرها هذه الجينومات تشبه بنسبة كبيرة جينومات

م	اسم الكائن	حجم الجينوم (قاعدة/نيوكليوتيدة)	السنة
١	خميرة الخباز (Sachharomyces cerivisiae)	١٢,٠٦٨,٠٠٠	١٩٩٦
٢	بكتيريا القولون (Escerichia coli)	٤,٦٣٩,٢٢١	١٩٩٧
٣	دودة الربداء الرشيقة (Caenorhabditis elegans)	٩٧,٠٠٠,٠٠٠	١٩٩٨
٤	الإنسان (الصبغي رقم ٢٢)- أول صبغي نشر	٥٣,٠٠٠,٠٠٠	١٩٩٩
٥	ذبابة الفاكهة (Drosophila melanogaster)	١٨٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠٠
٦	الإنسان (Homo sapiens)	٣,٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠١
٧	الفأر (Mus musculus)	٢,٥٠٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠٢
٨	الإنسان (الصبغي X)	١٥٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠٥
٩	الإنسان (الصبغي رقم ١)- آخر صبغي نشر	٢٢٤,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠٦

■ جدول (١): أحجام مجين بعض الكائنات النموذجية بالإضافة للإنسان.

م	اسم الكائن	حجم الجينوم (قاعدة/نيوكليوتيدة)	السنة
١	فيروس (Phage φX174) – أول مورث لدنا فيروسي	٥,٣٧٥	١٩٧٧
٢	فيروس (Bacteriophage MS2) – أول مورث لرنا فيروسي	٣,٥٦٩	١٩٧٧
٣	بكتيريا الأنفلونزا (Hemophilus influenzae) – أول جينوم بكتيري	١,٨٣٠,٠٠٠	١٩٩٥
٤	نبات الأرابيدوبسيس (Arabidopsis thaliana) – أول جينوم نباتي	١٢٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠٠
٥	سمكة (Protopterus aethiopicus) – أكبر جينوم لحيوان فقاري	١٣٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠١
٦	طفيل البلازموديوم (Plasmodium falciparum)	٢٢,٩٠٠,٠٠٠	٢٠٠٢
٧	نبات العنب (Vitis vinifera)	٤٩٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠٠٧
٨	فطر الأسبرجلس (Aspergillus niger)	٣٣,٩٠٠,٠٠٠	٢٠٠٧
٩	الجمل العربي (Camelus dromedarius)	٢,٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠	٢٠١٠

■ جدول (٢): أحجام جينوم بعض الكائنات الأخرى.

الإنسان، كما أن تربية هذه الكائنات النموذجية في المختبر تُعدّ أمراً سهلاً.

ومن هنا ظهرت الحاجة إلى إيجاد عدد من نماذج المشاريع المجينية لحيوانات التجارب، حيث تعد الدراسات المجينية المقارَنة هي المفتاح لفهم المجين البشري، كما أشار إلى ذلك "كرايج فينتر" رئيس شركة "سيليرا جينوميكس" حين قال: "ستصبح الدراسات المجينية منذ نشر الجينوم البشري أهم أداة للبحث على الإطلاق" وكما قال "جونسون" نائب رئيس الأبحاث في شركة "أكسيس" لصناعة الأدوية في "سان فرانسيسكو" "إن ما بين ٥٠ – ٨٠ ٪ من الحالات تقريباً، نلاحظ فيها أن مورثات بشرية ما تشبه بما فيه الكفاية نظيرتها في الديدان الخيطية أو في ذبابة الفاكهة، بحيث يتيح لك هذا التشابه دراسة وظائف هذه المورثات".

على سبيل المثال عندما أنجزت شركة "سيليرا جينوميكس" الجينوم الكامل للفأر (Mus Musculus) في شهر فبراير عام ٢٠٠١م، وبمقارنة الجينوم البشري بمورث الفأر أتضح أن هناك تشابه قوي بين صبغيات الإنسان وصبغيات الفئران. مما ساعد على اكتشاف وظيفة ٤٠٪ من المورثات البشرية التي لم يكن يعرف عنها شيء سابقاً، كما ساعدت في تأكيد وظيفة مورثات أخرى كان يعتقد أنها معروفة.

ويوضح الجدول (١) جينومات الكائنات الحية النموذجية ومراحل نشرها مقارنة بنشر صبغيات الجينوم البشري.

جينومات الكائنات الأخرى

تعكف كثير من المراكز البحثية في الوقت الراهن على وضع أطالس أو خرائط لمورثات كثير من الكائنات الحية على غرار خارطة الجينوم البشري وفق احتياجات وغايات بحثية أو اقتصادية أو بيئية محددة. ولقد تم حتى الآن دراسة التسلسل الكامل لجينومات مئات بل آلاف من الكائنات الحية، معظمها من البكتيريا. ومن الأمور اللافتة للتأمل أن أصغر جينوم لحيوان فقاري كان لأحد الأسماك (Tetraodon nigroviridis) ويصل حجمه ٣٨٥ مليون قاعدة، كما أن أكبر جينوم لحيوان فقاري أيضاً لأحد الأسماك (Protopterus aethiopicus) ويصل حجمه ١٣٠ بليون قاعدة. ويوضح الجدول (٢) أحجام جينوم بعض الكائنات الحية الأخرى غير الكائنات النموذجية.

طرق دراسة الجينوم

تمت دراسة الجينوم بالوسائل التالية:

• الوسائل التقليدية

تشمل الوسائل التقليدية أو اليدوية (Traditional) ما يلي:-

▪ **طريقة نهاية السلسلة (Chain termination method):**

ويطلق عليها أيضاً (Di-deoxy method) أو طريقة "سانجر وكولسون" (Sanger & Coulson method) نسبة للعالمين اللذين اقترحاها عام ١٩٧٧م من جامعة كامبريدج الإنجليزية، وقد سميت الطريقة بهذا الاسم بسبب أنه يتم إضافة أربع نيوكليوتيدات معطوبة (محورة) هي: (ddNTPs: ddATP, ddGTP, ddCTP & ddTTP) ليس فيها مجموعة هيدروكسيل عند النهاية (3')، وعليه فإن الإنزيم لايستطيع أن يضيف لها فتتوقف السلسلة.

تعتمد طريقة نهاية السلسلة على مايلي:

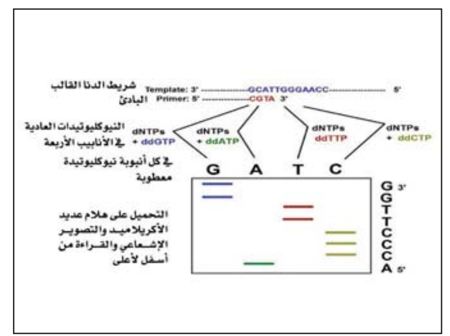
١- تقطيع الدنا لأجزاء.

٢- استخدام كل جزء منها كقالب (Template) لبناء خيط جديد في وجود بادئ (Primer) وإنزيم بلمرة (DNA polymerase)، والنيوكليويدات الأربعة (dNTPS: dATP, dGTP, dCTP & dTTP).

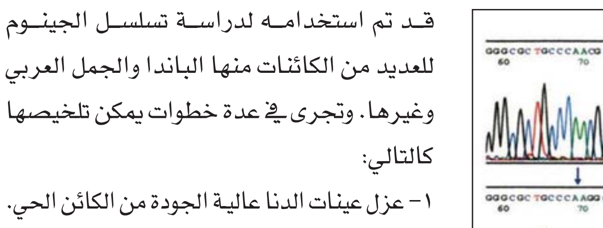
٣- يقوم الإنزيم ببناء الخيط الجديد بناءاً على المعلومات المقروءة على القالب، ويرا الإنزيم القالب في الاتجاه (من 3' إلى 5')، ويبني الخيط الجديد في الاتجاه (من 5' إلى 3')، ويعتمد الإنزيم في ربط النيوكليوتيدات مع بعضها البعض على وجود مجموعة هيدروكسيل (OH) حرة في تركيب النيوكليتيدة عند النهاية (3').

٤- الحصول على خليط من شرائط الدنا مختلفة الأطوال في الوسط.

٥- فصل الأجزاء مختلفة الأطوال على هلام من مادة كيميائية (الأكريلاميد) (Polyacrylamide) وتصور بالأشعة السينية (X-ray) ويكتب منها تتابع الدنا. ويمكن بهذه الطريقة قراءتها في حدود عدة مئات من النيوكليوتيدات (٣٠٠-٥٠٠ نيوكليوتيدة). ويوضح الشكل (١) ملخص لخطوات طريقة نهاية السلسلة.



■ شكل (١): طريقة نهاية السلسلة لقراءة تسلسل المادة الوراثية والتي كانت تستخدم لقراءة أطوال في حدود من ٣٠٠-٥٠٠ نيوكليوتيدة.



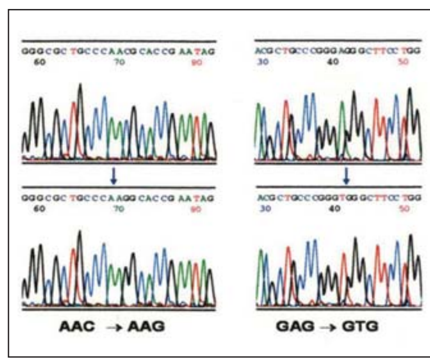
■ شكل (٢): طريقـة الانحلال الكيميائي لقـراءة تسلسل المادة الوراثية والتي كانت تستخدم لقـراءة أطوال في حدود ٢٥٠ نيوكليوتيدة.

■ **طريقة الانحلال الكيميائي (Chemical degradation method):**

وقـد اقترحـت عـام ١٩٧٧م وسميت باسـم "ماكسام وجيلبرت" (Maxam & Gilbert Method) من جامعة هارفـارد الأمريكيـة. ويوضح الشكل (٢) ملخصـاً لخطـوات هـذه الطريقـة والتـي كانت تعتمد على استخـدام مواد كيميائية سامة (Dimethyl sulfate & hot piperidine) لتكسـير الدنـا. ويمكـن بهـذه الطريقـة قـراءة في حـدود (٢٥٠ نيوكليوتيـدة). تستخـدم هـذه الطريقـة علـى نطـاق ضيـق لأنهـا تعتمـد على استخدام مواد سامة.

• الوسـائـل الآليــة

قبل استخدام الوسائل الآلية (Automated) ظهرت طرق نصف آليـة (Semi-automated) عام ١٩٨٦م بمعهـد كاليفورنيا للتقنية، تلى ذلك في نفس العـام طرح شركة "أبليـد بيوسيسيتم" (Applied Biosystems) أول جهاز آلي (ABI 370) لدراسـة تسلسـل الدنـا. وفي عـام ١٩٩٥م نشـر العالم "ريتشارد ماثيس" طريقة دراسة التسلسل باستخـدام الصبغات المميـزة. وفي عام ١٩٩٨م نشـر العالمـان "فيل جريـن و برنت غـونج" من جامعة واشنطن طريقـة (phred) لتحليل نتائج دراسـة التسلسل، وتعتمد علـى استخدام أجهزة وصبغات (Dyes) كيميائية تعطى ألوان تعبر عن النيوكليوتيـدات الأربعة المكونة للدنا (على سبيل المثـال الأدينين باللون الأخضـر، الثايمين باللون الأحمـر، الجوانين باللـون الأسـود، السيتوزيـن باللون الأزرق)، بالإضافة للون خامس يعبر عن احتمالية أي نيوكليوتيـدة مـن الأربعـة (يتـم تحديدها من قواعد المعلومات) ومنها يكتب تتابع الدنا بسهولة.



■ شكل (٣): الطريقـة الآليـة لدراسـة تسلسـل المـادة الوراثية وفيهـا يعبر عـن كل نيوكليوتيدة من النيكليوتيـدات الأربعة بلون مختلـف، وتستخـدم لقـراءة أطـوال تصـل مـن آلاف إلـى ملايين النيوكليوتيدات.

حيث سـاعـدت تلـك الأجهـزة الحديثـة في إنهاء عدة مشاريع أهمها الجينوم البشري، شكل (٣).

ظهـرت في الوقـت الحـالي العديـد مـن الأجهـزة المتطـورة خاصـة مـن شـركات "أبليد بيوسيسيتـم" (Applied Biosystems)، "روشـ" (Roche)، "إيلومينـا" (Illumina)، "أميرشـام" (Amersham)، "لايكـور" (LiCore)، "بيكمـان كولتـر" (Beckman Coulter)، "رايكن" (Riken)، والتي تعتمد على استخدام برامج الحاسب الآلي لقـراءة أطـوال (تصـل مـن آلاف إلى ملايـين أو بلايـين النيوكليوتيـدات) لم يكـن في الإمكان الحصـول عليهـا في السابـق، وفي وقـت قياسي قصـير. وفي عام ٢٠٠٧م تم استخـدام التقنيات والأجهزة الحديثة والمتطـورة في دراسة الجينوم الكامل للعالم الشهير "جيمس واطسون".

ويوضح الجدول (٣) أهم الأجهزة المستخدمة وخواصها والفروق بينها.

الجديـر بالذكـر أن جهـاز سوليكا/ألومينا (Illumina G.A Analyzer) من شركة ألومينا

اسم الجهاز	خواصه
ABI 3130xl	عدد الأنابيب: ١٦. عدد أماكن وضع الأنابيب: ٩٦، ٣٨٤. يقرأ حتى ١٠٠٠ نيوكليوتيدة.
ABI 3730xl	عدد الأنابيب: ٩٦. عدد أماكن وضع الأنابيب: ٩٦، ٣٨٤. يقرأ حتى ١٠٠٠ نيوكليوتيدة.
ABI SOLiD	عدد الأنابيب: ٨. يقرأ في المرة الواحدة حوالي ٢ -٦ بليون نيوكليوتيدة.
GS 454	عدد الأنابيب: ١-١٦. يقرأ في المرة الواحدة حوالي ١٠٠- ٥٠٠ مليون نيوكليوتيدة.
Illumina Solexa	عدد الأنابيب: ٨. يقرأ في المرة الواحدة حوالي ٢ بليون نيوكليوتيدة. أكثر دقة. أقل تكلفة.

■ جدول (٣): أهم الأجهزة المستخدمة وخواصها والفروق بينها.

قـد تم استخدامـه لدراسـة تسلسـل الجينـوم للعديد من الكائنات منها الباندا والجمل العربي وغيرها. وتجرى في عدة خطوات يمكن تلخيصها كالتالي:

١- عزل عينات الدنا عالية الجودة من الكائن الحي.

٢- تقطيـع أشرطة الدنا المـزدوج بشكل عشوائي إلى قطع صغيرة.

٣- فصل الدنا إلي أشرطة أحادية.

٤- لصق نوعين مختلفين من الوصلات الصغيرة (Adaptors) إلى أطراف هذه الأشرطة.

٥- تثبيـت هـذه الأشرطة الأحاديـة المعدلة على سطح ثابت يحوي عدد كبـير من الوصلات المثبتة مسبقاً والتي تعمل على ثني أشرطة الدنا الأحادية.

٦- إضافـة القواعد النيتروجينية وإنزيم البلمرة التسلسلـي لإتمـام مـا يعـرف بتفاعـل الإكثـار الجسـري (Bridge amplification) لمضاعفـة كل شريط من أشرطة الدنا المثبتة ملايين المرات ليكون كتلة (Cluster) متجانسة من نفس الشريط.

٧- قراءة تسلسـل النيوكليوتيدات بواسطة جهاز (Illumina GA analyzer) لـكل شريط من أشرطـة الدنا ثم إرسـال هـذه المعلومات الخام إلى حاسبـات عاليـة القدرة تعمل علـى تحليلها باستخدام عمليات حسابية معقدة، ومن ثم رصها جنباً إلى جنب لتكوين التسلسل الكامل للجينوم.

وجه الشبه بين الجينومات

أظهـرت الدراســات علـى العديـد مـن الجينومــات أن هنـاك تشابهاً بينها وبين الجينوم البشري، ممـا يعني أنه يمكن الاستفادة منها في علاج الأمراض الخاصـة بالبشر. ومن أهم تلك الجينومات التي اتضح لهـا وجه وشبه بالجينوم البشري مايلي:

• فطر الخميرة وبكتيريا القولون

ثبـت أن حوالي ٢،٣٠٠ من كامـل بروتينات خمـيرة الخبـاز (٣٨٪) لهـا مـا يشابههـا مـن البروتينـات المعروفـة لـدى الثديّـات، ممـا جعل من خمـيرة الخبـاز كائنـاً حيـاً نموذجيـاً ملائمـاً لدراسـة العديـد مـن الأمراض البشريـة ومنهـا السرطان، حيث اكتشف العلماء لأول مرة الآليات



■ عقار سيسبلاتين.

الأساسية التي تستعملها الخلية لضبط المسارات والمتغيرات التي تؤدي إلى انقسامها في لحظة معينة بدراستهم لهذا الفطر البالغ الصغر.

وكما يقول "هارتول" رئيس مركز "هاتشنسون" لأبحاث السرطان في سياتل: "لقد فهمنا أشياء كثيرة عن الانقسام الخلوي وإصلاح الدنا وكلاهما له أهمية كبرى في نشوء السرطان من خلال دراسة كائنات بسيطة كالخميرة". ولايزال علماء مشروع سياتل يستعملون الخميرة لإيضاح كيف تُبدي بعض أدوية السرطان الحالية تأثيرها، ومن أهم ما توصلوا إليه أن العقار "سيسبلاتين" الشائع في المعالجة الكيميائية يقتل بكفاءة عالية الخلايا السرطانية المعيبة التي لا تقوى على إصلاح الدنا الخاص بها.

أما فيما يتعلق ببكتيريا القولون فقد ثبت للعلماء أن العديد من الجينومات والتسلسلات البشرية متشابهة مع البكتيريا، وسهلت فهم العديد من العمليات الحيوية داخل الجسم البشري.

• دودة الربداء الرشيقة

تبين للعلماء أن ثلث بروتينات دودة الربداء الرشيقة (*Caenorhabditis elegans*)، مليون قاعدة. وتبين أن ثلث بروتينات الدودة تقريباً -أكثر من ٦,٠٠٠ بروتين- لها ما يماثلها في الثديّات. وتفيد شركات عديدة من ميزة الصغر الشديد لحجم هذه الدودة (١ ملليمتر تقريباً) باستعمالها في اختبارات ماسحة ومكملة بهدف البحث عن أدوية جديدة. ويقوم الباحثون بدراسات تحويرية لهذه الدودة لاختبارات مسح تتعلق بأدوية مرض السكري، حيث تستحث طفرات بمورثات الدودة الخاصة بمستقبلات الأنسولين مما قد يشكل أساساً لمعالجة جديدة للمرض.

• ذبابة الفاكهة

وجد الباحثون أن ٦٠٪ من مورثات ٢٨٩ مرضاً من أمراض بشرية معروفة لها ما يكافئها في ذبابة الفاكهة (حشرة الدروسوفيلا) (*Drosophila melanogaster*) وأن ٧٠٠٠ (أي حوالي ٥٠٪) من كامل بروتيناتها تُظهر تشابها مع بروتينات معروفة لدى الثديّات.

• نبات الأرابيدوبسيس

يساعد جينوم نبات الأرابيدوس (*Arabidopsis Thaliana*) على كشف النقاب عن تفاصيل عوامل وآليات نموه مما يساعد على إنتاج محاصيل معدلة وراثياً وأوفر إنتاجاً وألذ طعماً وأكثر مقاومة للجفاف والأمراض والحشرات والتغيرات المناخية. وسيفسر هذا الاكتشاف جميع القواعد الوراثية التي تحدث في النباتات المعدلة وراثياً وقد أوضحت الدراسات الخلوية والوراثية والتقنيات الحيوية والجزيئية والهندسة الوراثية لهذا النبات أنه يمكن أن يكون مصدراً للطفرات الكثيرة المستحدثة، حيث أمكن تحويل أحد مورثاته إلى مصانع حية لإنتاج البلاستيك، مما يجعل من الممكن نقل هذا المورث إلى نباتات المحاصيل والبساتين والزينة لإنتاج البلاستك بالإضافة إلى دوره في إنتاج الغذاء والدواء والكساء وتحسين البيئة.

كما أمكن استخدام شتلات منه معدلة وراثياً تفرز خلايا لها خضاب "الأنثوسيانين" الأحمر اللون الذي يدل تكوينه على وجود ثاني أكسيد النيتروجين الذي تطلقه المتفجرات إلى تلوين أوراق النباتات باللون الأحمر، خلال ثلاثة أو خمسة أسابيع، الأمر الذي يسهل كثيراً من عملية الكشف عن الألغام، اعتماداً على جذوره الطويلة والمتعمقة والمتغلغلة في التربة.

• الجينوم البشري

أشار العلماء إلى أن الكشف عن تسلسل الجينوم البشري سوف يسهل فهم الأسس الحيوية والكيميائية لحواس البشر وذاكرتهم؛ كما سيُميط النقاب عن جوانب أخرى، مثل: نمو الجسم وشيخوخته، وأوجه الشبه والاختلاف بين الأفراد والجماعات.

• الفأر

أفادت دراسة جينوم فأر المختبرات – الفأر النرويجي- (*Rattus norvegicus*) وفأر المنزل (*Mus musculus*) "Mouse"، أن حوالي ٩٠٪ من بروتيناتها التي تم تعريفها حتى الآن تبدي تشابها مع بروتينات الإنسان المعروفة، مما يجعل منها أنسب حيوانات التجارب ملائمة للبحوث المتعلقة لعلاج كثير من الأمراض التي تصيب الإنسان.

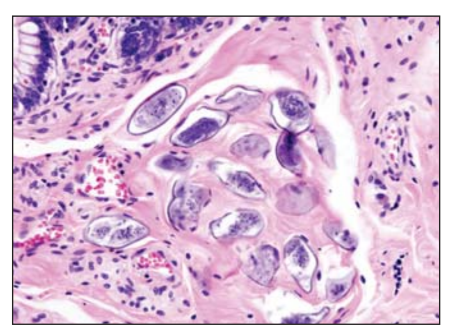
• البلهارسيا

يصيب مرض طفيل البلهارسيا (Schistosoma) حوالي ٦٠٠ مليون شخص على مستوى العالم، منهم حوالي ٩٠ مليون مصاب ببلهارسيا المجاري البولية، ويقتل المرض نحو ٢٨٠ ألف شخص سنوياً في جنوب الصحراء في أفريقيا، ويؤدي بحياة مئات الآلاف من الأشخاص في العالم سنوياً.

أمكن فك رموز الخريطة الوراثية للطفيل المعروف بأسم "شيستوساما مانسوني" - الأكثر شيوعا من بين تلك الطفيليات المسببة للمرض التي تصيب الإنسان-. ووجد أنه يتكون من ١١,٨٠٩ مورثاً، أي ما مقداره عشرة أضعاف عدد المورثات التي يحتويها طفيل الملاريا.

وهناك نوع آخر من طفيل البلهارسيا – طفيل جابونيكوم – أمكن دراسته بواسطة المركز الوطني، وقد توصل الفريق الأمريكي والصيني إلى أن طفيليات "شيستوساما مانسوني"، ينقصها إنزيم أساسي من أجل إنتاج أحماض دهنية ينبغي عليها إيجاده عند مضيفها (العائل)، ويعتقد العلماء أن هذا الكشف سيؤدي إلى التوصل إلى علاج ناجع وتطوير جزيئات علاجية اعتماداً على نقطة الضعف التي تم اكتشافها.

سمحت المقارنة بين مورثات هذه الطفيليات وقواعد البيانات المنشورة على الإنترنت، والتي تجمع بيانات الأدوية المسوقة تجاريا، بإيجاد قرابة ٦٦ تركيبة قد تكون فعالة في مواجهة هذه الأمراض الطفيلية، غير أنه يجب إخضاع هذه التراكيب للتجربة من أجل التأكد من صلاحيتها



■ صورة مجهرية لطفيل جابونيكوم.

للاستخدام الفعلي. ومـن المفترض أن يوفر هذا التقدم العلمـي ثروة هائلة مـن المعلومات المهمة التـي قـد تحـدث ثـورة هائلـة في مجـال تطوير عقاقـير طبية جديدة تماماً اعتمـاداً على الثورة بالمعلوماتيـة في مجـالات المعلوماتيـة الحيويـة وتصميم الدواء وغيرها من العلوم الحديثة التي تساعد على إنتاج أدوية تكافح هذا المرض اللعين.

من جهتـه يقول رئيس فريق جامعة ميرلاند: "لقـد أعطتنـا السلسلـة الجينوميـة، وللمـرة الأولى، صـورة شاملـة للمحـركات التـي تقـود الطفيليـات وتدفعهـا، وللإستراتيجيـات التـي تسمح لها بالبقاء حيـة، ناهيك عن فهم الجسم البشري الذي يستضيف مثل هذه الطفيليات وأن الخريطة أو السلسلة الوراثية دليل من الفرص".

• **الجمـل العـربي**

يحتـل الجمـل العربـي في المملكـة العربيـة السعوديـة مكانـة مرموقة في الحيـاة الاجتماعية والاقتصادية إضافة إلى ما يمثله في ثقافة وتراث المجتمـع في الجزيـرة العربيـة. تتصـدر المملكة عالمياً الدول المستهلكة للحـوم وألبان الإبل، ومن هـذه المنطلقات أصبـح من الضـروري أن تتوفر في المملكة كافة المعلومـات عن التنوع الوراثي في الجمل العربي.

أشـارت الدراسـات السعوديـة الصينيـة المشتركـة لجينـوم الجمـل العربـي – بـدأت عام ٢٠٠٤م وانتهت عـام ٢٠١٠م– أن نسبة المورثات المشتركـة بـين الجمل العربـي والإنسـان تقارب ٥٧٪ مـن المجموع الكلي لمورثـات الجمل العربي، وتتناقـص هـذه النسبـة لتصـل إلى ٥٤٪ إذا ما قورنت مورثات الجمل العربـي بمورثات الأبقار، ويجـب الإشـارة علـى أن النتائـج الاقتصاديـة والثقافيـة والبيولوجيـة لمشـروع جينـوم الجمل سيتـم جنيهـا في السنـوات المقبلـة، بالإضافـة إلى ذلـك فإن فك شفرة جينـوم الجمل ستسهل عمليـات التربية الانتقائيـة للحصول على جمال ذات صفـات وراثيـة مواتيـة للسبـاق والمزايـين وإنتـاج الحليـب. ويشـكل هـذا المشـروع إنجازاً علميـاً كبيراً، حيث أنـه أول جينوم لحيوان ثديي يتم إنجازه في الشرق الأوسط.

براءات الاختراع للمورثات

يمثل الحصـول على بـراءات الاختراع إحدى العقبـات المتعلقـة باستخـدام نتائـج دراسـة الجينـوم. وقد ظهرت مشاكل كثـيرة تتعلق بهذا الموضوع في أعقـاب نشر الجينـوم البشري، وعلى سبيـل المثـال ووفقـاً لما قالـه "دول" مدير فرع التقنية الحيوية التابع لمكتب البراءات والعلامات التجاريـة الأمريكـي:"لا أحـد يستغـرب عندما تسجـل شركـة فولفو بـراءة تصميـم لأحد طُرز سياراتهـا أو عندمـا تسجل شركـة ميكروسوفت بـراءة برنامـج، ولكن كـثرة من النـاس ستشعر بالغضـب إذا ما زعمت شـركات التقنية الحيوية بأن لها الحق في الدنا البشري، وهو الجوهر الذي يجعـل كل واحد منا فريدا بذاته، ومع ذلك، فمن دون براءات الاختراع لا يمكن لبعض الشركات أن توفـر الوقت والمال الضروريين لإجراء اختبارات الطفرات المتعلقة ببعض المورثات المرضية".

وأضـاف" عليك ببساطـة أن تسجل براءات اكتشاف المورثـات"، ويرى معظم العلماء وجاهة رأي "دول"، على الرغم من أن بعضهم أكد جازماً أن الشركات تسـيء استعمال البيانات الحكومية للمـورث الذي درس تسلسله بدقـة كبيرة، وأنفق على إنجـازه أمـوالاً حكومية طائلـة. وبتقيُّدهم بنشر نتائجهم في بنك المورثات (Gene Bank)، فـإن علماء مشروع المـورث البشري قدموا للعالم معلومـات غـير مسبوقـة عن مميـزات الجنس البشري، وفي بداية عـام ٢٠٠٠م، سجلت قاعدة بنك المورثات على الإنترنت قرابة ٣٥,٠٠٠ زائر في اليـوم، بعضهم يعمل في شـركات تستفيد من البيانات الحكومية بغيـة تسريع إنشاء خرائطها من الجينومات.

وبالفعـل فـازت شركـة "أنسايـت" بتسجيل حوالي ٥٠٠ براءة على الأقل، تناولت كامل أطوال المورثات، كما أنها تقدمت بطلبات لتسجيل قرابة ٧,٠٠٠ مورث إضافي.

وفي مارسـ ٢٠٠٠م، أصـدر الرئيـس الأسبق "بيل كلينتون" ورئيس وزراء بريطانيا الأسبق"توني بلير" بيانـاً غامضـاً يمتدحان فيه إتاحة الاطلاع علـى البيانات الوراثيـة الأوليـة، وهـو ما فسره بعض محللـي الأخبـار علـى أنه ضربـة موجهة لشركة "سيليرا" ولشـركات الجينومات الأخرى التـي جاهـدت على حمايـة تسلسـلات مورثاتها بعنايـة فائقة. ودخلـت شركة سيلـيرا والمشروع العالمـي في صـراع مكشوف حول نشـر البيانات، وصُرف النظر عن المحادثات السابقة حول إقامة تعاون بينهما وذلك عندما رفضت الشركة النشر الفوري لتسلسلات المورثات التي توصلت إليها بغية إتاحتهـا للجميـع. وفي عصـر اليوم الـذي أصدر كلينتـون وبلـير إعلانهما هبطـت أسعـار أسهم التقنية الحيوية بنحو ٢٠٪ في نهاية اليوم نفسه.

وفي الأسابيع التاليـة أوضحت إدارة كلينتون أنهـا لاتـزال تحبـذ تسجيـل بـراءات خاصـة بالمنتجات الجديدة الخاصـة بالرعاية الصحية القائمة على بيانات وراثية.

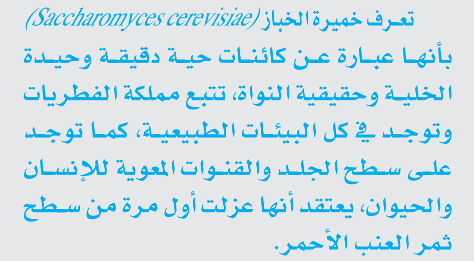
ووفقـاً لبيانـات المعاهـد القوميـة للصحة، فـإن بـراءات الاكتشـاف قـادت إلى أكثر مـن ٧٤٠ اختبـاراً وراثيـاً، بعضها دخل السوق فعـلاً وبعضهـا الآخر قيـد التطويـر. ولكن هذه الاختبـارات توضـح أيضا الكم الـذي تبقى على علمـاء الوراثـة القيـام بـه خاصـة في المورثـات المتعلقة بالأمراض.

بعد مرور سنوات عديدة من الشد والجذب، أصبـح التسجيل حاليـاً قاصـراً على المورثـات أو التسلسلات المعروفة وظائفها، وألزمت جهات التسجيل الباحثـين بتوضيح وتفنيد ذلك كشرط للحصـول على الـبراءة، غير أن معظـم المكاتب والهيئات العالمية أوصت بوقف إعطاء براءات في هذا المجال. كذلك أصبح بإمكان رواد الإنترنت أن يطّلعوا الآن على قاعدة بنك المورثـات من دون مقابل.

جينوم خميرة الخباز

د. محمد بن أحمد خيمي





تعرف خميرة الخباز *(Saccharomyces cerevisiae)* بأنها عبارة عن كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية وحقيقية النواة، تتبع مملكة الفطريات وتوجد في كل البيئات الطبيعية، كما توجد على سطح الجلد والقنوات المعوية للإنسان والحيوان، يعتقد أنها عزلت أول مرة من سطح ثمر العنب الأحمر.

يتمثل دور خميرة الخباز في قيامها بتحويل السكريات إلى ثاني أكسيد الكربون والإيثانول. اكتسب هذا النوع من الخمائر أهمية اقتصادية كبيرة، حيث تنوعت استخداماتها في المجالات الغذائية والصناعية والطبية والعلمية وغيرها؛ مما دعا الباحثون إلى تصنيفها ضمن الكائنات النموذجية لعمل البحوث، ومن هنا برزت أهمية دراسة الخصائص الحيوية لهذا النوع من الخمائر والعمل على فك شفراتها الوراثية.

مشروع جينوم الخميرة

عكف العلماء على مشروع دراسة وفك شفرة جينوم خميرة الخباز في جهود دولية شارك فيها أكثر من ١٠٠ مختبر، وحوالي ٦٠٠ عالم من أوروبا وأمريكا وكندا واليابان، وقد ساهم احتواء الخميرة على عدد كبير من الصبغيات إضافة إلى صغر حجم المورث في إمكانية تقسيم مسؤوليات فك الشفرة بين مجموعات العمل الدولية المتعاونة في هذا المشروع. وقد أظهرت التحاليل أن خميرة الخباز تملك ستة عشر صبغياً تتراوح أحجامها مابين ٢٠٠ ألف إلى ١,٥ مليون قاعدة تقريباً من حوالي ١٢,١ مليون قاعدة نيتروجينية تتشكل في ٦٠٠٠ مورث لها القدرة على تشفير البروتينات. كما لوحظ أن الرنا الريبوسومي (RNA) يتم تشفيره بـ ١٤٠ مورث، بينما يتم تشفير الجزيئات الصغيرة للرنا بـ ٤٠ مورث، في حين يتم تشفير الرنا الريبوسومي الناقل بـ ٢٧٥ مورث. وقد مثلت أول خارطة المورثات المُعبرة وراثياً (Open Reading Frame - ORF) لكل صبغي من الصبغيات المتتابعة على مقياس موحد يبلغ ٥,٠ ملم/ ألف قاعدة. حيث أشار العالم **مويس** وآخرون في عام ١٩٩٧م إلى أن تسمية المورث تتم وفقاً لموقعه بين المورثات باستخدام الحرف Y للدلالة على الخميرة(yeast)، متبوعاً بحرف آخر يشير للصبغي بحيث يكون A للصبغي الأول، وحرف B للصبغي الثاني وهكذا، كما تم استخدام حرفين هما R أو L للإشارة إلى طرفي الصبغي الأيمن والأيسر على الترتيب، وبذلك تكون الحروف المستخدمة في التسمية تُنظم المورثات المُعبرة وراثياً من المنطقة المركزية في الصبغي(Centromere) على شريطي الدنا المشفر (W أو C) ، مثال ذلك المورث(YMR056C) الذي يشير إلى قارئ شفرة العامل الميتوكندوري المسؤول عن تحويل الإدينوسين ثنائي الفوسفات إلى أدينوسين ثلاثي الفوسفات (Encode mitochondrial ADP/ATP transiocator). والمورث(YPL129W) الذي يشير إلى قارئ شفرة عامل الوحدة الفرعية لعملية النسخ (Encodes transcription factor subunit). كما أظهرت دراسة المورثات في الخميرة تكرار المادة الوراثية في نهاية منطقتي الصبغيات، وقد أمكن تعريف ٥٣ منطقة تتطابق أو تتشابه بها المادة الوراثية، فمثلاً لا ينحصر تشابه ترتيب النيوكليتيدات في طرفي الصبغي الثالث بل أيضاً يتشابه مع طرفي منطقة النهاية للصبغيين الخامس والحادي عشر. كما لوحظ تطابق الطرفين الأيمن والأيسر للصبغي الأول وتشابهه مع الطرف الأيمن للصبغي الثامن؛ مما يعني احتمالية وجود قطبية حقيقية داخلية للخميرة بغض النظر عن الإشارة إلى طرفي الصبغي الأيمن والأيسر، إضافة إلى أنه قد يكون لهذا التكرار في الخلية أهمية لمواجهة التحديات الفسيولوجية في البيئات الطبيعية.

الجدير بالذكر أن الباحثين تمكنوا من التعرف على وظائف ٣٠٪ من المورثات، بينما بقي ٧٠٪ غير معروفة الوظائف، وذلك من خلال تقسيم المورث إلى أكثر من ٢٤٠٠٠ قطعة، تتكون كل قطعة من ٥٠٠ نيوكليتيدة، ولها ستة أوجه لترجمة متتابعات البروتين (The six-frame translation)، وذلك لإتاحة عملية مقارنة متزامنة بين شريط الدنا ومتتابعات الأحماض الأمينية. ولمعرفة الوظائف الحيوية لمورث الخميرة، تمت دراسة نتائج تسلسل النيوكليتيدات للمورث بطريقتين، إحداهما: التحليل الحسابي (Compotional analysis)، والأخرى: بطريقة المعلومات المستنتجة من تسلسل نيوكليتيدات المورث ومقارنتها بمورث آخر؛ ونتيجة لذلك فقد تم تصنيف ٤٣,٣٪ من مورثات الخميرة وفق خصائصها ووظائفها، وذلك من خلال مقارنة بروتيناتها ببروتينات معروفة بوظائفها الحيوية، وقد استُنتج أن مورث الخميرة يشفر ٥٨٠٠ بروتين تقريباً، منها ٤٢,٣٪ ذات خصائص وراثية وكيموحيوية معروفة، و٢٠٪ منها مختلفة، بينما اتضح أن البروتينات المتبقية ٣٨٪ إما مشابهة لبروتينات غير معروفة، أو لاتظهر تشابهاً لبروتينات موجودة. وقد تم تصنيف البروتينات طبقاً للوظيفية المتوقعة منها، حيث لوحظ أن الخلايا تخصص ١١٪ من البروتينات للعمليات الإيضية، و٣٪ لإنتاج وتخزين الطاقة، و٣٪ لمضاعفة وإصلاح وإكمال الدنا، و ٧٪ للنسخ، و ٦٪ للترجمة. كما أوضحت النتائج أن حوالي ٤٣٠ بروتيناً لها

علاقة ببروتينات المرور في داخل الخلايا، و أن ٢٥٠ بروتيناً لها علاقة بنظام البناء، و٢٠٠ بروتيناً لها علاقة بعوامل النسخ، وهناك ٢٥٠ بروتيناً لها علاقة بالنقل المبدئي والثانوي في الخلية.

ومن الجدير ذكره أن نسب هذه البروتينات تؤكد وجود تجانس للنيوكليتيدات في بعض المواقع على الصبغيات.

تم العمل على فك شفرة الجينوم وجمع المعلومات الخاصة من خلال نظامين، هما:

١ـ نظام (Factory): وقد استخدم فيه الطرق الآلية قدر المستطاع بواسطة علماء وفنيين متخصصين من العاملين في مراكز فك شفرات المورثات، ومن ثم وضعت المعلومات على الشبكة العنكبوتية لتكون متاحة للعلماء والمختصين، مع المتابعة الدورية من حيث الإضافة أو التصحيح إن وجد.

٢ـ نظام (Network): وقد اعتمد على تعاون العلماء والطلاب المهتمين في الجامعات، وتم العمل والتركيز على دراسة جوانب معينة في الجزيئات الحيوية للخميرة.

اكتمال المشروع

أُعلن عن اكتمال فك شفرة مورث خميرة الخباز في الرابع والعشرين من إبريل لعام ١٩٩٦م. حيث جمعت المعلومات النهائية من ٣٠٠,٠٠٠ شفرة مستقلة تقريباً بهامش خطأ بلغ ٠,٥ – ١٪؛ مما أدى إلى هامش خطأ في فك الشفرة النهائية بواقع ٠,٠٣٪. إن فك شفرة مورث خميرة الخباز وفّر معلومات مهمة عند مقارنتها مع الخمائر والفطريات الأخرى، كما ساعد على توفير المعلومات اللازمة لمعرفة تاريخ تطور الكائنات من خلال استخدام البصمة الوراثية للخميرة، ودراسة التشابهات الداخلية بين مناطق معينة في المورث ومقارنتها مع بعضها.

أهمية المشروع

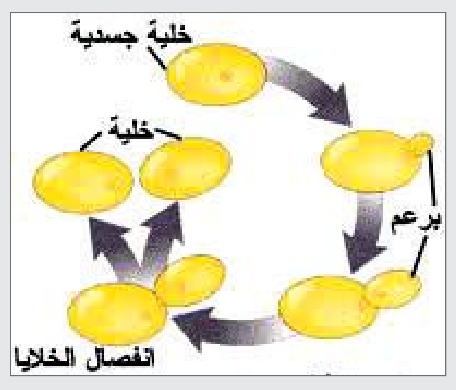
أسهمت دراسات فك شفرة مورثات خميرة الخباز، ودراسة البروتينات التابعة لها في فهم العلاقة التي تربط هذه البروتينات مع بروتينات الإنسان، حيث وجد أن نصف البروتينات العاطلة في الإنسان والتي تسبب أمراضاً وراثية تتشابه مع تتابع الأحماض الأمينية في بروتينات الخميرة؛ لذلك تُجرى حالياً العديد من البحوث للاستفادة من الخميرة في علاج أمراض السرطان، حيث تمكن علماء من معهد هيوز الطبي في جامعة واشنطن من الاستدلال على وظيفة البروتينات من خلال تأثرها ببروتينات أخرى ذات دور خلوي معروف، وقد عرف النظام المستخدم في الدراسة بنظام الخميرة ذي الهجينين (Yeast two hybrid system)، وفيها يتم الاستفادة من بروتين فعال كدليل للعثور على بروتين آخر. وبذلك توصلوا إلى التعرف على وظائف ٩٥٧ بروتيناً من بين ١٠٠٤ من بروتينات خميرة الخباز بعد مقارنتها بكائنات أخرى.

التطبيقات

وفرت قاعدة معلومات جينوم خميرة الخباز الناتجة من فك شفرة الجينوم معلومات حيوية استخدمت في المجالات المختلفة، أهمها في المجال الطبي، حيث ساعد فك شفرة جينوم الخميرة في إجراء بحوث طبية متقدمة واكتشاف مواد علاجية مميزة ومفيدة للعديد من الأمراض.

وقد قام فريق بحثي من جامعة «جون هوبكنز» وجامعة «فانديربالت»، وجامعة «إنديانا» وشركة «إيلي ليلي» للصناعات الدوائية، بدراسة خلايا الخميرة بهدف رصد بعض العوامل التي تنظم مجموعة هامة من الإنزيمات الخلوية والتي تعرف بمجموعة إنزيمات سايتوكروم (P450) ـ أساسية للمحافظة على حياة الخلية عند البشر والحيوانات، وضرورية لعمليتي أيض العقاقير وتصنيع الكولسترول في تلك الخلايا ـ باعتبار أنها تملك نوعين فقط من إنزيمات سايتوكروم P450، وهما أساسيان لتصنيع الكولسترول فيها. ووفق الدراسة فقد أظهرت النتائج أن بروتين (DAP1) الموجود في خلايا الخميرة، ينظم نشاط هذين الإنزيمين، كما أظهرت الدراسة أن إجراء أي تعديل على تلك الخلايا لمنعها من إنتاج هذا البروتين (DAP1)، سيؤدي إلى وقف تصنيع الكولسترول فيها، ومن ثم موتها.

كذلك قام الباحثون بالانتقال إلى مرحلة أخرى من الدراسة تضمنت إجراء تجارب لتحديد نظير بروتين (DAP1) في الخلايا البشرية، وقد



■ دورة حياة فطر خميرة الخباز (دورة لاجنسية).

استطاعوا ـ باستخدام قاعدة كبيرة من البيانات الرقمية تحديد نظير (DAP1) عند البشر، ثم قاموا بإجراء تعديلات على خلايا بشرية أخذت من النسيج الكلوي، لضمان منعها من إنتاج هذا البروتين على وجه التحديد. وأوضحت النتائج إلى أن وقف تصنيع النسخة البشرية لبروتين (DAP1) في الخلايا البشرية، أدى إلى فقدان تلك الخلايا لقدرتها على تصنيع الكولسترول الخاص بها والضروري لضمان بقائها، لينتهي الأمر بموتها كما في خلايا الخميرة.

ووفقاً للنتائج فمن المحتمل أن يشكل نظير بروتين (DAP1) منظماً عاماً لمجموعة إنزيمات سايتوكروم (P450) في خلايا الثدييات بصفة عامة، حيث تبين أن هذا البروتين ينظم ـ وبشكل مباشر ـ الإنزيم المسؤول عن أيض عدد كبير من العقاقير التي قد تتعرض لها الخلية البشرية، بالإضافة إلى دوره في تنظيم إنزيم تصنيع الكولسترول في نفس الخلايا.

وقد أوضح الباحثون، أن هذه الدراسة قدمت تفسيراً محتملاً لاختلاف طبيعة الأجسام عند البشر من جهة كفاءة الخلايا في أيض العقاقير والأدوية، حيث من المحتمل أن يتسبب اختلاف المورثات في الجزء المسؤول عن إنتاج بروتين (DAP1) في الخلية في حدوث هذا الاختلاف، كما يتوقع أن يستفاد من نتائج هذه الدراسة مستقبلاً في مجال البحوث الدوائية.

كذلك استخدمت الخميرة في بحوث علاج الشلل الرعاش (باركنسون) الذي يسببه بروتين يسمى «ألفا سينوكلين» فعندما يتكون هذا البروتين بكميات صغيرة يبدأ بالتأثير على أنواع أخرى من البروتينات المجاورة في الدماغ؛ مما يؤدي إلى تغير شكلها الطبيعي ووظيفتها، ومن ثم موت الخلايا. وقد قام مجموعة من الباحثين بخلط خلايا الخميرة بعد معالجتها مع كميات متعادلة من بروتين ألفا سينوكلين؛ مما أدى إلى تثبيط تأثير هذا البروتين، الأمر الذي يبشر باكتشاف علاج لهذا المرض باستخدام الخميرة. ومازالت هناك دراسات جارية لبحث إمكانية استخدام الخمائر ومنتجاتها في محاولات لاكتشاف علاج لمرضى السرطان والسكري وأمراض أخرى.

كما أن للخمائر دور مهم في إنتاج مستحضرات التجميل، حيث تم إنتاج مركب يسمى (biofactors) يتكون من مواد دهنية وأحماض أمينية وبروتينات وكربوهيدرات وأحماض نووية، وله القدرة على اختراق الطبقات السفلى لخلايا الجلد؛ وبالتالي تهوية الخلايا. كذلك يقوم بحث الخلايا على زيادة استهلاك الأكسجين؛ مما يؤدي إلى زيادة الخلايا وتكوين الكولجين الذي يساهم في نضارة البشرة.

ذبابة الفاكهة

د. سحر أحمد الخواص



دأب العلماء في مختلف أنحاء العالم - منذ قرابة قرن - على استخدام - بشكل مكثف - مخلوق صغير في دراسة وتطوير معرفتهم بعلم الوراثة، وهذا الكائن هو حشرة ذبابة الفاكهة، ومع أنها من الحشرات الطائرة، إلا أنها أحد النماذج المهمة للتحقق من العديد من العمليات التنموية والخلوية المشتركة في العديد من حقيقيات النواة، بما في ذلك البشر. ولقد درست ذبابة الفاكهة، التي يعتبرها العديد من المزارعين حشرة مضيفة، في مئات المختبرات وهي الآن تساعد في أبحاث عن أمراض متنوعة منها: السرطان، والزهايمر، وغيرها من الأمراض.

يتناول هذا المقال الأهمية البحثية لذبابة الفاكهة كنموذج تجريبي، من حيث: دورة حياتها، وصبغياتها، ومورثاتها، وجينومها، ومقارنة ذلك مع الكائنات الأخرى وخاصة الإنسان، والاستفادة الطبية في مجال الأبحاث البشرية، في عصر التطبيقات البروتينية الجديدة، والطموحات والأبحاث المستقبلية.

تاريخ الاستخدام في التحليل الوراثي

تعد ذبابة الفاكهة من أول الكائنات الحية المستخدمة في التحليل الوراثي، وهي اليوم تعد أفضل النماذج وأكثرها استخداماً، وخاصة بين الكائنات حقيقية النواة. وبما أن جميع الكائنات تستخدم نظم وراثية شائعة، فإن فهم بعض العمليات الحيوية مثل النسخ والتضاعف في ذبابة الفاكهة يساعد في فهم هذه العمليات في حقيقيات النواة الأخرى، بما في ذلك الإنسان.

يعد العالم **تشارلز وودورث** في القرن التاسع عشر أول من قام بتربية هذه الحشرة وحاول استخدامها كنموذج للدراسات البيولوجية الأحيائية، وله الفضل في كونه أول من اقترح استخدامها في البحوث الوراثية خلال الفترة التي قضاها في جامعة **هارفارد**. وقد شجعه وساعده في ذلك أعدادها الكبيرة، وسهولة تزاوجها، وقصر دورة حياتها، ومحدودية عدد صبغياتها، وسهولة صبغها بالمواد الكيميائية، وإنتاجها لأعداد كثيرة من البيض، وسهولة التلاعب بها (Manipulation) والتعامل معها، وقلة تكلفة الدراسات عليها، ولكن لم يتم ذلك إلا في عام ١٩١٠م، حين بدأ العالم **توماس مورجان** استخدامها في الدراسات التجريبية للوراثة في جامعة كولومبيا.

بدأت تجارب **مورجان** باستخدام زجاجات الحليب لمؤخرة الحشرة وعدسات يدوية لرصد سماتها. واستبدلت تلك العدسات في وقت لاحق بالمجاهر (الميكروسكوبات) مما عزز ملاحظاتهم، وكان لغرفة مورجان وتلاميذه الفضل في إجراء الكثير من البحوث المهمة وتوضيح العديد من المبادئ الأساسية في علم الوراثة، بما في ذلك الصفات المرتبطة بالجنس، تعدد الأليليات (الصور المختلفة للمورثات الواحد والمسؤولة عن صفات وراثية)، ورسم خرائط المورثات.

عزز **مورجان** وتلاميذه دراساتهم بتوسيع المجال الذي قام به العالم **جريجور مندل** حيث درسوا ووصفوا الدراسات المرتبطة بالجنس، وبينوا أن المورثات الموجودة على نفس الصبغي لاتوزع (لاتنفصل) مستقلة أثناء الانقسام الميوزي، مما ساعد في رسم أول خريطة وراثية لتحديد مواقع المورثات على الصبغيات. بعدها استخدمت ذبابة الفاكهة - ومازالت تستخدم - في الدراسات المتعلقة بعلم الوراثة، وعلم وظائف الأعضاء، والدراسات المرضية الميكروبية، وتاريخ التطور للكائنات الحية، وغيرها من المجالات.

أهمية الصبغيات الوراثية للذبابة

تتمتع صبغيات ذبابة الفاكهة بصفات وراثية جعلتها كائناً نموذجياً في الدراسات المتعلقة بعلم الوراثة، ومن أهمها مايلي:

- محدودية عدد الصبغيات (أربعة أزواج: أي ٨ صبغيات، منها ٦ جسدية، ٢ جنسية).
- سهلة الاستجابة للصبغ بالمواد الكيميائية، وبالتالي يسهل التلاعب بها.
- لايوجد لها عبور وراثي (إعادة التركيب الوراثي من تبادل أجزاء الصبغيات) في الذكور أثناء الانقسام الميوزي (الاختزالي)؛ مما يسهل الدراسات الوراثية.
- وجود الصبغيات العملاقة (Giant chromosomes)، ومنها (Polytene chromosomes) التي تشير لمناطق النسخ والنشاط الوراثي في الغدد اللعابية لليرقات الناضجة.
- تحمل مورثاتها المتنحية دلائل وعلامات وراثية مميزة، وبالتالي يسهل التعرف عليها في التراكيب الوراثية المختلطة (Heterozygous).

الصفات النموذجية للذبابة

تتمتع ذبابة الفاكهة بصفات نموذجية؛ ولذلك استخدمها العلماء منذ أكثر من قرن كنموذج بحثي مفيد في أبحاث الوراثة، ومن تلك الصفات مايلي:

- صغيرة الحجم، بحيث يمكن حفظ الآلاف منها في أنبوب واحد يوضع الغذاء فيه وتغلق فوهته بقطعة قطن.
- سهولة تنميتها وتشكلها في المختبر.



■ صبغيات حشرة ذبابة الفاكهة (A) والصبغي العملاق (B).

- سهولة تخديرها (بالإيثر وثاني أكسيد الكربون).
- سرعة تكاثرها، حيث لاتتعدى دورة حياتها ١٠ أيام عند درجة الغرفة العادية؛ وبالتالي يسهل دراسة عدة أجيال في أسابيع قليلة.
- إناثها ذات خصوبة عالية، حيث تضع في المرة الواحدة قرابة ١٠٠ بيضة و قرابة ٢٠٠٠ بيضة خلال دورة الحياة الكاملة.
- سهولة تمييز الذكر عن الأنثى، والعذارى عن الحشرات الكاملة؛ وبالتالي إجراء التهجينات الوراثية دون عقبات.
- عدد صبغياتها محدود؛ مما يسهل التلاعب بها.
- لايوجد عبور وراثي؛ مما يسهل الدراسات الوراثية.
- سهولة الفحص والتلاعب بالصبغيات العملاقة.
- سهولة التعرف على المورثات المتنحية في التركيب الوراثية المختلطة.
- سهولة استخدامها في تقنيات التحول الوراثي ونقل المورثات منذ عام ١٩٨٧م وحتى الآن.
- توفر دراسات وأبحاث عن جينومها منذ عام ٢٠٠٠م؛ مما سهل استخدامها في تطبيقات أوسع.

أهمية الحشرة في الدراسات الوراثية

تعد حشرة الدروسوفيلا من أفضل الكائنات التي اعتمد عليها علم الوراثة لدراسة قوانينه المعروفة، حيث مازالت الدراسات والاكتشافات مستمرة عليها؛ مما ساعد في تطور علم الوراثة، ومن هذه الدراسات مايلي:

- أثر المطفرات (Mutagens) على التطور في الحشرات.
- المقاومة للمبيدات الحشرية.
- التوزيع الأليلي للعشائر المختلفة باستخدام مشابهات الإنزيمات.
- تتبع حركة العوامل المتنقلة داخل جينوم الحشرات.
- أثر الضغوط البيئية على التركيب الوراثي.
- التحكم الوراثي في هرمون الانسلاخ في الحشرات.
- الأثر الوراثي والخلوي للملوثات البيئية على الحشرات.
- الساعة الإحيائية ووراثة السلوك في الحشرات.
- الوراثة التكوينية لمورثات السرطان في الحشرات.
- وراثة المورثات الكابحة للسرطان.

يتضح مما سبق الأهمية الكبرى لذبابة الفاكهة في الدراسات الوراثية، حيث لازال آلاف العلماء يعملون في أبحاث متعددة التخصصات ذات علاقة بالحشرة، لما لها من أهمية لصحة الإنسان، و أبحاث الجينوم والتطور البيولوجي. وفي هذا الخصوص فقد وجه ثلاثة علماء هم: الأمريكيان **لويس** و **ويشوس** والألماني **فولهارد** الاهتمام إلى أهمية هذه الحشرة لصحة الإنسان، حيث حصلوا على جائزة نوبل في الطب عام ١٩٩٥م عن أبحاثهم التي تشير للأهمية المذكورة.

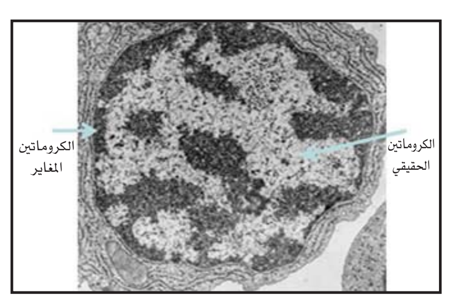
دراسة جينوم ذبابة الفاكهة

نظراً لأهمية الحشرة التاريخية، ونظامها الإحيائي المعروف والمفيد في دراسة العديد من الظواهر في كائنات حية أخرى، واعتقاد العلماء بأن التعمق في دراستها سيفيد في شتى المجالات الإحيائية، والكيموحيوية، والتقنية المتعلقة بفهم عمليات مماثلة في الكائنات الأخرى وعلى رأسها الإنسان، لذلك تم اختيار الحشرة كأحد النماذج الخمسة التي اقترحت كبداية لدراسة الجينوم البشري في منتصف ثمانينات القرن الماضي (العشرين). اعتمدت الدراسة في البداية على الباحثين المتخصصين في المجال الحشري، وتبع ذلك انضمام علماء الوراثة، وتم دعم المشروع من قبل المشروع الحكومي العالمي لدراسة الجينوم البشري، وقسم العمل على علماء يعملون في كل من أمريكا، وأوروبا، وكندا. وقد بدأ تنفيذ المشروع من قبل اتحاد مشروع ذبابة الفاكهة بين كل من شركة "سيليرا للجينوم" (Celera Genomics) و"مشروع بيركلي لجينوم الدروسوفيلا" (Berkeley Drosophila Genome Project)، وقد أنجز مشروع "بيركلي" قرابة ٢٩ مليون قاعدة من حجم الجينوم الكامل للحشرة.

تم استخدام تقنية البندقية (shotgun) مع الصبغيات الصناعية البكتيرية (Bacterial artificial chromosome) كنوع من التأكيد والاعتماد على النتائج المتحصل عليها من الحشرة لرسم تصور عن العمليات المماثلة في الكائنات الأخرى.

يحتوي جينوم ذبابة الفاكهة - مثل غيرها من الكائنات حقيقية النواة (Eukaryotes)،- على تتابعات تكرارية مترادفة قد تؤثر في عملية الربط المتعلقة بتحليل نتائج قراءة التتابع لكتابة الجينوم الكامل للكائن. وقد اقترحت معادلات وفروض إحصائية من قبل العديد من الباحثين ومنهم **ويبر** و **مايرس** عام ١٩٩٧م، لدراسة أثر التتابعات التكرارية في الجينومات الكبيرة في حقيقيات النواة، واقتراح طرق للتغلب عليها وتقليل أثرها، والتي تعتمد في معظمها على التركيز والاهتمام بقراءة التتابعات إلى نهاية كل جزء محمل على ناقل وراثي؛ مما يقلل الخطأ ويزيد فرصة الربط والتوافق.

نشر الجينوم الكامل لذبابة الفاكهة بمجلة العلوم (Science) (العدد: ٢٨٧- مارس عام ٢٠٠٠م). بعد ذلك البدء في دراسة وتحليل وتفسير النتائج، وقد أظهرت النتائج أن حجمه يقدر بـ ١٢٠ مليار نيوكليوتيدة، بينما بلغ عدد المورثات الأولية ١٣٦٠٠ مورث موزعة على أربعة أزواج من الصبغيات، وهي زوج جنسي ويرقم (X/Y)، وثلاثة أزواج جسمية، وترقم (٢، ٣،٤)، أما الصبغ الرابع فهو صغير جداً وغالباً ما يتم تجاهله، كما أظهرت النتائج أن الكروماتين الحقيقي (Euchromatin) يمثل قرابة الثلثين أي ١٢٠ مليون قاعدة، بينما يمثل الكروماتين



■ مناطق انتشار الكروماتين الحقيقي والمغاير في نواة الخلية.

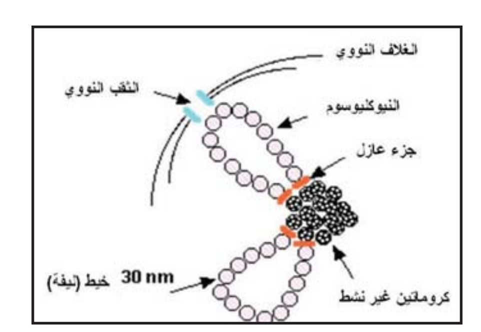
المغاير * (Heterochromatin) الثلث المتبقي من الجينوم. وقد تم التعرف على قرابة ٥٠ مجموعة من العناصر المتنقلة في ذبابة الفاكهة، كما تم التعرف على تتابعات تكرارية أخرى – غير العناصر المتنقلة – وعددها قرابة ١١٠ مجموعة منتشرة في أماكن الكروماتين الحقيقي. وتوجد القواعد الممثلة للكروماتين الحقيقي على صبغين جسميين كبيرين والصبغ الجنسي (X)، أما الصبغ الجسمي الرابع فيحتوي على قرابة مليون قاعدة ممثلة للكروماتين الحقيقي.

كما توجد أجزاء من الكروماتين الحقيقي مغموسة داخل الكروماتين المغاير، ومنها مورثات بروتين الكينيز (Kinase) الموجودة على الصبغ الثاني، ومحاطة من الجانبين بقرابة ٣ ملايين قاعدة من البروتين المغاير.

تمت دراسة مناطق التقاء الكروماتينين الحقيقي مع المغاير على الصبغ الجنسي (X) والصبغ الجسمي رقم (٢)، حيث ثبت أن العديد منها متشابهة مع مورثات في الإنسان والفئران – رغم أن هذه المورثات لم تكن معروفة من قبل، ومنها مورث (Human cyclin K)، و (Mouse Krox-4)، كما أثبتت الدراسة أن الجنس في حشرة الدروسوفيلا يتحدد بنسبة الصبغي الجنسي (Y) إلى الصبغيات الجسمية، وليس بسبب وجود الصبغ (Y) كما هو الحال في تحديد الجنس البشري.

وعلى الرغم من أن الصبغي (Y) يتكون من كروماتين مغاير تماما، إلا أنه يحتوي على مالا يقل عن ١٦ مورثاً، وكثير منها يعتقد أن لها وظائف ذات صلة بالعمليات المتعلقة بالذكور.

* الكروماتين المغاير: مركز في منطقة السنترومير التي تمثل مكان اتصال كروماتيدتي الصبغ، وهو عبارة عن تتابعات قصيرة وبسيطة مكررة ملايين المرات ويتخللها مورثات العناصر المتنقلة أو القافزة ومورثات الرنا الريبوسومي "rRNA" المركز في منطقة السنترومير.



■ تركيز الكروماتين المغاير في منطقة السنترومير والكروماتين الحقيقي على امتداد الكروماتيد بالصبغي.

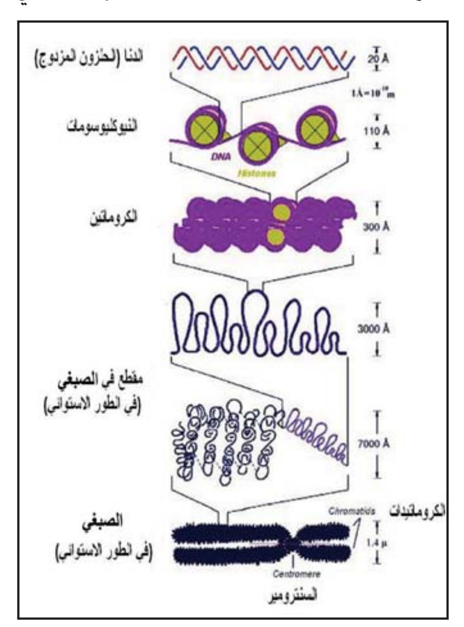
بعد التعرف على الجينوم الكامل بدأ العلماء مهام أخرى تتعلق بوظيفة كل مورث، ونوع البروتين أو الإنزيم الذي يشفر له هذا المورث باستخدام برامج الكمبيوتر وقواعد المعلومات التي وضعت في مواقع يسهل إدخال التتابعات الوراثية فيها، والحصول على تسلسل الرنا المنسوخ منها، والبروتين الناتج بعملية الترجمة، وبالعكس. وقد ثبت من ذلك أن بعض المورثات تكون عائلات وراثية (مورث مكرر أكثر من مرة في مناطق مختلفة على امتداد الجينوم)، قد تكون بسيطة (مورثات لها التسلسل نفسه و الطول نفسه و المنشأ نفسه)، أو مركبة "معقدة" (مورثات لها المنشأ نفسه والطول نفسه ولكن التسلسل مختلف)، وغيرها من المتعلقات الوراثية الأخرى.

العلاقة بالجينومات الأخرى

رغم أن عدد مورثات ذبابة الفاكهة أقل من الموجود في دودة الربداء الرشيقة التي تملك أصغر جينوم، إلا أن هذا العدد القليل من المورثات يمثل تنوعاً وظيفياً فريداً على عكس الجينومات المشابهة في الكائنات الأخرى، فقد وجد أن التتابعات التكرارية في منطقة الكروماتين المغاير في حشرة ذبابة الفاكهة تكون أقل ثباتاً في الصبغيات الصناعية البكتيرية والأنظمة المشابهة المستخدمة في استنساخ القطع الصبغية الطويلة. ومن ذلك تُمكن العلماء من وضع تعريف وظيفي جديد للكروماتين الحقيقي في ذبابة الفاكهة بأنه جزء من جينوم يمكن استنساخه بسهولة في الصبغيات الصناعية البكتيرية. وقد بدأت الأبحاث تركز على الكروماتين الحقيقي بغرض الاستفادة منه في تفسير نتائج مشروع الجينوم البشري، بالإضافة لتوفير تسلسل كامل وبجودة عالية وتمكن الباحثين الذين يستخدمون هذه الحشرة كنموذج من تطوير أدواتهم وتطبيقاتهم البحثية.

وجد الباحثون أن ٦٠٪ من مورثات ٢٨٩ مرضاً من الأمراض البشرية المعروفة لها ما يكافؤها في الحشرة، وأن ٧ آلاف (أي قرابة ٥٠٪) من كامل بروتينات ذبابة الفاكهة تُظهر تشابها مع بروتينات معروفة لدى الثديات. وقد أثبت الباحثون أن أحد مورثات الحشرة له نظير في الإنسان هو المورث (p53)، المعروف بالمورث الكابت للأورام والذي إذا ما طفر يسمح للخلية بأن تصبح سرطانية، حيث يشكل هذا المورث جزءاً من المسار الجزيئي الذي يجبر الخلية – التي عانت من خلل وراثي يتعذر إصلاحه – على قتل نفسها.

الجدير بالذكر أن فريقاً من العلماء من شركة "إكسيليكسيس" من "ساوث سان فرنسيسكو" عرّف نسخة المورث المذكور للحشرة، ووجد أن خلايا الحشرة التي عُطِل فيها البروتين المنتج بهذا المورث تفقد – كما هي الحال تماما في الإنسان – المقدرة على التدمير الذاتي إثر إصابتها بخلل وراثي، وتنمو نموا يتعذر ضبطه. ويذكر الباحث **روبين** – أحد قادة مشروع ذبابة الفاكهة من معهد هاورد هيوز الطبي في جامعة كاليفورنيا ببركلي– أن تشابهاً من هذا النمط يجعل من ذبابة الفاكهة نموذجاً ملائماً لدراسة الأحداث الجزيئية، التي



■ حلزنة الدنا والتفافه حول البروتينات الهستونية داخل الصبغي.

تشكل أساس السرطان البشري. ويتابع "روبين" قائلاً بوسعك إجراء تلاعب وراثي شديد التعقيد في الذبابة لا يمكنك إجراؤها في الفأر بسبب ثمنه الباهظ وضخامة حجمه.

فوائد جينوم حشرة ذبابة الفاكهة

ساعدت عملية التعرف على جينوم حشرة ذبابة الفاكهة على دراسة وفهم العديد من العمليات الحيوية التي تتم داخل الخلايا، حيث أمكن فهم العديد من الأمراض البشرية ودور المورثات المتحكمة في عمليات تضاعف الدنا، التعبير الوراثي، وإصلاح أعطاب الدنا، وأيض العقاقير والسموم، وغيرها. وقد وجد أن قرابة ٧٥٪ من المورثات المسببة للأمراض في البشر متطابقة في شفرتها الوراثية مع ذبابة الفاكهة، وأن قرابة ٥٠ ٪ من تسلسلات بروتينات ذبابة الفاكهة متناظرة مع الثدييات. وهناك قاعدة بيانات على الشبكة العنكبوتية (الإنترنت) تسمى (Homophila) متاحة للبحث عن المورثات البشرية المرضية المتماثلة مع المورثات المرضية في ذبابة الفاكهة والعكس بالعكس، ويتم الآن استخدام ذبابة الفاكهة كنموذج وراثي للعديد من الأمراض البشرية، مثل أمراض الاضطرابات العصبية (باركنسون)، و(هنتنجتون)، و(الزهايمر)، كما يتم استخدام ذبابة الفاكهة لدراسة الآليات الكامنة وراء الشيخوخة والأكسدة، والمناعة، والسكري، والسرطان، وغيرها.

خريطة جديدة لبروتينات الحياة

نجح علماء الأحياء في وضع خريطة جديدة مفصلة لتفاعلات البروتين في ذبابة الفاكهة التي تعد من أكثر الكائنات الحية تعقيداً، وتعد البروتينات التي تقوم المورثات بإنتاجها عنصراً رئيسياً في بناء الأنسجة، كما أنها أساسية لعملية تفاعل الجزيئات التي تمنح الكائن الحي القدرة على الحياة. ومن المتوقع أن تلقي خريطة تفاعل البروتينات شعاعاً جديداً من الضوء على الجهاز الأيضي المعقد والذي يتشابه مع البشر إلى حد بعيد.

ويشير العديد من العلماء إلى أن الدراسات على ذبابة الفاكهة قد تعطي أملاً جديداً في علاج مرضى الكبد والسكري. وتوصل العلماء بحسب دراسة أصدرها المعهد القومي للبحوث الطبية في بريطانيا لاكتشاف الخلايا المسؤولة عن تكسير جزيئات الدهون في ذبابة الفاكهة، كما توصلوا إلى أن عملية استخلاص الطاقة من جزيئات الدهون لدى الحشرة تشبه إلى حد مذهل تلك التي يقوم بها الجسم البشري؛ مما يعطي الأمل في التوصل لأساليب علاجية وأدوية جديدة، إذا ما تمت دراسة عمليات الاستقلاب لدى الحشرة بتعمق.

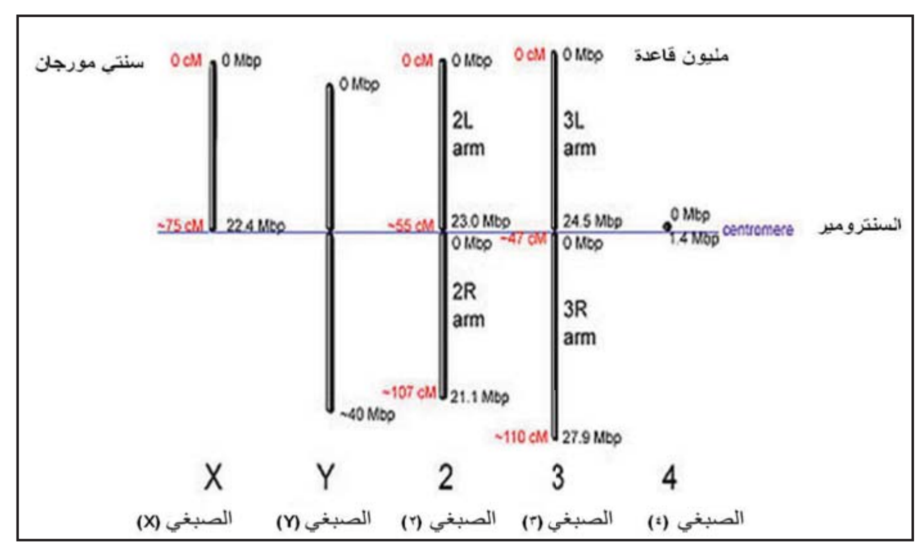
تقوم ذبابة الفاكهة والكائنات الأعلى بتنظيم احتياجاتها عن طريق عمليات الأيض (التمثيل الغذائي) للسكريات والدهون، وعمل التوازن بينهما. وأوضحت الأبحاث الجديدة الصورة أكثر عن أن هذه الحشرة تمتلك نظاماً متكاملاً ومتوازناً بين جميع الأعضاء الحيوية بجسمها على أسس فسيولوجية متميزة للتوازن من أجل الحصول على الطاقة.

كذلك وجد العلماء أن بعض المورثات البشرية المتعلقة بمرض الزهايمر وداء باركنسون موجودة أيضاً في حشرة ذبابة الفاكهة، إلا أن هذه الذبابة لا تعاني من المرض. ويأمل العلماء أنهم إذا استطاعوا فهم سبب ذلك، قد يتمكنوا من مساعدة الأشخاص الذين يعانون من الأمراض المستعصية.

ورغم الاختلافات التركيبية بين البشر وذبابة الفاكهة إلا أن فهم بعض الآليات التي تتم في ذبابة الفاكهة قد تساعد الباحثين في التعرف على سبب انتقال بعض الاظطرابات المتعلقة بأمراض الدم، فعلى سبيل المثال ليس لذبابة الفاكهة رئتان ولكنها تستعيض عنهما بامتصاص الأكسجين عبر ثقوب في جسمها. وقد طورت الذبابة الصغيرة نوعاً خاصاً من الهيموجلوبين غير معرض للإصابة بالعديد من الأمراض التي تصيب البشر. ويأمل العلماء أنهم بتحديد سبب تمتع هيموجلوبين ذبابة الفاكهة بهذه المرونة والقدرة على التكيف، قد يتوصلون إلى اكتشاف سبب انتقال اضطرابات الدم بالوراثة إلى بعض الأشخاص.

دراسات مستقبلية

يركز العلماء حالياً على استخدام نتائج جينوم ذبابة الفاكهة لدراسة وفهم العديد من العمليات الحيوية التي تحدث في معظم الكائنات الحية، وخاصة الآليات الجزيئية المتعلقة بالتطور، والسلوك، والشيخوخة، وغيرها. ويقول **جودوين**: "رغم الاختلاف الكبير بين البشر والذباب، إلا أن الأبحاث أثبتت وجود تشابه وراثي بين الإنسان والكائنات البسيطة، ونحن ندرس ذباب الفاكهة أملاً في أن نفهم سلوكه الجنسي والمورثات المسؤولة عن جذب الجنسين إلى بعضهما، وربما نستطيع أن نقدر هذه النتائج استقرائياً لنسحب بعض جوانبها على الكائنات الأكثر تطوراً وحتى البشر".



■ صبغيات حشرة ذبابة الفاكهة توضح حجم الجينوم بالمليون قاعدة (عموديا) وموضع السنترومير (الذي يقسم الصبغ إلى جزئين) معبرا عنه بوحدة القياس "سنتي مورجان" (عرضيا).



جينوم الأرز

د. سحر أحمد الخواص

يواجه العالم مشاكل عديدة منها نقص الغذاء الضروري لسد الاحتياجات البشرية المتزايدة، ويمثل نبات الأرز أحد أهم نباتات المحاصيل الضرورية لحياة البشر في معظم أنحاء العالم، وخاصة دول العالم الثالث كغذاء أساسي لأكثر من نصف سكان العالم وذلك للحصول على أكثر من ٥٠٪ من السعرات الحرارية الضرورية للجسم. ومن هذا المنطلق يتناول هذا المقال نبات الأرز من حيث وصفه، وأصله، وأهم أصنافه، وأهميته الاقتصادية، وأهميته البحثية في مجال الجينوم، ومقارنته بنباتات الغلال والنباتات الأخرى، وحجم جينومه وأهميته، واستخدامه كنموذج محاكاة لرسم وتوقع الجينومات في النباتات المشابهة، بالإضافة إلى التطبيقات البحثية الأخرى.

يعد نبات الأرز أحد محاصيل الحبوب الغذائية (الغلال) الرئيسة التي تشمل أيضا القمح والذرة- توجد غلال غير رئيسة مثل الشعير وقصب السكر- وتنتمي جميعها للفصيلة النجيلية (Graminae)، التي تتبع نباتات ذوات الفلقة الواحدة (Monocots). تمثل النباتات ذات الفلقة الواحدة أحد مجموعات النباتات الزهرية التي انحدرت منذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، ويعتقد العلماء أن جميع محاصيل الغلال الزراعية انحدرت من مصدر نباتي واحد (نباتات ذات الفلقة الواحدة) منذ قرابة ٥٠-٧٠ مليون سنة.

يزرع أغلب الأرز في آسيا في الأراضي المغمورة بالمياه (Paddy rice)، كما قد لا تحتاج زراعته لأراضي مغمورة بالمياه بل تحتاج إلى تربة مبتلة بالماء إلى فترات طويلة مثلما يحدث بالولايات المتحدة الأمريكية حيث يزرع فيها أرز الأراضي المرتفعة (Upland rice).

يوجد أكثر من ٨٠٠٠ صنف من الأرز المزروع في جميع أنحاء العالم، منها قرابة ١١٠٠ صنف بالهند، ويعد الأرز البسمتي من أشهر أنواع الأرز الهندي الذي يمتاز برائحة ونكهة مميزة تجعل له قبولا عالميا. أما في العراق فيزرع في شماله أرز النكازة وهو صغير الحبة، بينما يزرع في جنوبه - في منطقة المشخاب والشطرة - أرز العنبر وهو من أفضل وأطيب أنواع الأرز حيث يمتاز برائحته العطرة، أما في أوروبا فتعد إيطاليا أهم دولة منتجة للأرز، بينما تعد مصر أهم دولة منتجة للأرز في أفريقيا.

تتم معالجة الأرز قبل استعماله في خطوتين هما:

١- التقشير: ويتم بنزع القشرة الخارجية فقط من على حبة الأرز لينتج ما يعرف بالأرز البني، الذي يحتوي على حوالي ٨٪ من وزنه بروتين، بالإضافة إلى الثيامين، والنياسين، والريبوفلافين، والحديد، والكالسيوم.

٢- التبييض: ويتم بإزالة القشرة الخارجية والداخلية لحبة الأرز باستخدام مناخل أو غرابيل خاصة لنحصل على ما يعرف بالأرز الأبيض الذي يفقد قرابة ٧٥٪ من المعادن الداخلة في تركيبه.

ينتج عن عملية تبييض الأرز عدة منتجات مختلفة منها: قشور (١٨٪)، ورجيع (٩٪)، وأرز سليم (٥٦٪)، وكسر (١٥٪)، وشوائب (٢٪).

أهمية الأرز

يستخدم الأرز كبديل للبطاطس في الغرب، بينما يستخدم كغذاء أساسي في دول شرق آسيا، فضلا عن استخدامه في عدة صناعات أخرى منها:

- صناعة الكعك والمعجنات، والمكرونة من دقيق الأرز.
- صناعة الجعة والمشروبات الكحولية بعد تخميره.
- تسقيف أسطح المنازل، وصناعة السراير، والحصير، والملابس، والسلال والحبال، والمكانس باستخدام قش الأرز.
- حرق الجذور كسماد في حقول الأرز.
- زيت نخالة الأرز في الاستخدامات الصناعية.
- الوقود، ومواد التعبئة، والأسمدة، وعلف الماشية باستخدام المنتجات الثانوية لطحن الأرز.
- مستحضرات التجميل ومنتجات الغسيل باستخدام نشا الأرز.
- نخالة الأرز لتقوية الطحال والمعدة الضعيفة، وزيادة الشهية، وعلاج عسر الهضم.
- مرهم لعلاج التهابات الجلد، والحروق.
- البذور - في الطب الشعبي- لعلاج سرطان الثدي، والمعدة، والدمامل (الثآليل)، وإدرار البول، ومنشط للمعدة ، ودواء مضاد لديدان البطن، والإسهال، وعسر الهضم، الغثيان، والصدفية، وأمراض الجلد والقروح، ومشاكل الكبد، زيادة الكالسيوم، حصى الكلى، وأمراض القلب.

صبغيات وجينوم محاصيل الغلال

أظهرت دراسة مورثات وجينوم محاصيل الغلال الزراعية أنه رغم طول المدة الزمنية لانحدارها وتطورها، وجود نسبة ضئيلة من التغير، مع زيادة نسبة المحافظة على التركيب الأصلي، فضلا عن تشابه الترتيب أو التوزيع الوراثي لها. وعلى الرغم من هذا التشابه الكبير، يتفاوت عدد الصبغيات وحجم الجينوم من محصول لآخر.

ونظرا لصغر حجم جينوم الأرز - مقارنة بحجم جينوم المحاصيل الأخرى - وتوقع العلماء



بكثافة وتركيز مورثاته، فقد استخدموا الأرز كنموذج مثالي لدراسة جينوم الغلال وذلك لتفسير واقتراح نماذج محاكاة، وفهم العديد من العمليات المشابهة في محاصيل الغلال الأخرى. ويجب الإشارة هنا إلى أن جينوم نبات "الأرابيدوبسيس" يعد أول جينوم تمت دراسته لنموذج نباتي - يناظر الفأر في التجارب الحيوانية- واتضح أن حجم جينومه قرابة ١٢٥ مليون قاعدة.

أهداف دراسة جينوم الأرز

يمكن تحقيق عدة أهداف من خلال دراسة جينوم الأرز، هي ما يلي:

- اكتشاف مورثات الأرز.
- اكتشاف كواشف وراثية وجزيئية مفيدة لعملية الزراعة.
- اكتشاف وتعريف مورثات مقاومة الآفات وتحمل الظروف المناخية القاسية.
- ربط المورثات بالصفات الوراثية المعبرة عنها.
- اكتشاف المورثات المسؤولة عن عملية الإزهار وتطورها.
- تعريف المورثات المتعلقة بعمليات الأيض.
- اكتشاف مورثات المضخات الأيونية المتحكمة في الضغط الأسموزي للعصير الخلوي داخل الخلية.
- التعرف على مورثات عوامل النسخ والترجمة.
- زيادة إنتاجية المحصول.
- تقليل العمليات الزراعية.
- رسم خرائط وراثية توضح العلاقة مع النباتات الأخرى (المنتمية لنفس الفصيلة والفصائل الأخرى).

مشـــروع جينـــوم الأرز

بدأ العمل في مشروع فك الخريطة الوراثية للأرز في عام ١٩٩٩م، بواسطة الاتحاد الدولي لجينوم الأرز بالصين - في مبادرة كانت تسير بالتوازي مع مشروعات أكاديمية أخرى - وذلك بهدف تحقيق نتائج ذات جودة عالية في حدود ٩٩,٩٩٪. وتألف اتحاد المشروع الدولي (IRGSP) من عدة دول منها اليابان، وأمريكا، والصين، وتايوان، وكوريا، والهند، فرنسا، البرازيل، وانجلترا.

ركزت دراسة جينوم الأرز على أهم تحت الأنواع (Subspecies)، والسلالات المزروعة على نطاق واسع في الصين، وخاصة تحت النوع "إنديكا" (Indica). ولكن قبل ذلك تمت محاولات من العلماء لدراسة تسلسل أجزاء محددة من جينوم تحت النوعين "جابونيكا" (Japonica) و "إنديكا".

تم دراسة التسلسل الكامل للجينوم باستخدام تقنية البندقية (Shot gun) التي تعتمد على تقطيع الدنا لقطع، وتحميلها على نواقل وراثية لعمل المكتبات الوراثية، ثم قراءة تسلسل المكتبات، وفي النهاية ربط التتابعات للحصول على التتابع الخاص بالجينوم الكامل.

نشر جينوم الأرز الكامل يوم ٥ أبريل عام ٢٠٠٢ بمجلة العلوم (Science)، العدد: ٢٩٦، الصفحات من ٧٩- ٩٢ . قام معهد بكين بدراسة تحت النوع "إنديكا" فوجد أن حجم الجينوم لصبغياته الـ ٢٤ يبلغ ٤٢٠ مليون قاعدة موزعة على ٣٢ إلى ٥٠ ألف مورث. بينما قامت شركة "سينجنتا" و "ميرياد جنتكس" بدراسة تحت النوع "جابونيكا" فوجدت أن حجم الجينوم لصبغياته الـ ٢٤ يبلغ ٤٦٦ مليون قاعدة موزعة على ٤٦٠٢٢-٥٥٦١٥ مورث.

من جانب آخر تم إنجاز جينوم الأرز المتعلق بالنواة (Nuclear DNA: nDNA) - يمثل معظم المورثات - بالإضافة لجينوم البلاستيدة الخضراء (Chloroplast DNA: cpDNA) والميتوكوندريا (Mitochondrail DNA: mtDNA)، في ديسمبر عام ٢٠٠٤ بواسطة اتحاد المشروع الدولي للجينوم الكامل والنهائي لنبات الأرز المعني بدراسته، حيث تم دراسة عدد ١٠٤٠٠٠ نسخة من الأجزاء المشفرة لأنسجة مختلفة من نبات الأرز، وإضافة النتائج في قاعدة البيانات، وتم نشر الجينوم كاملا بدقة وجودة عالية في قواعد البيانات على شبكة الإنترنت، وهو متاح ومتوفر حاليا لأي فرد أو باحث.

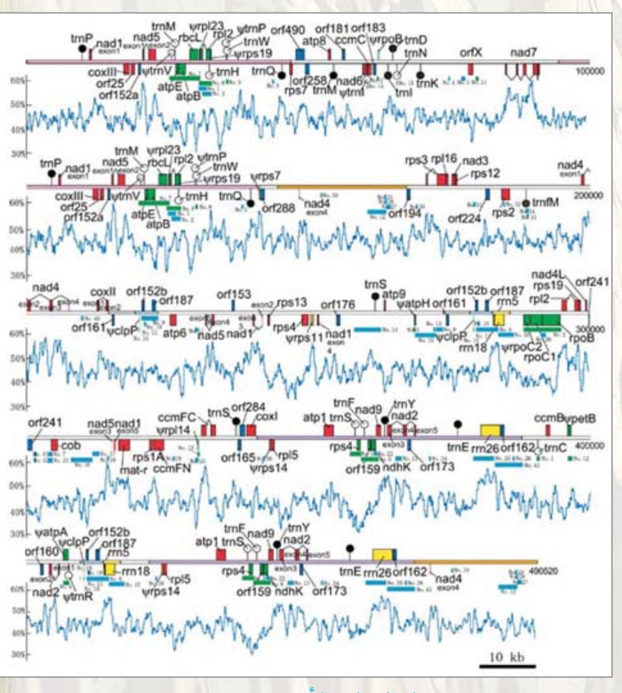
أوضحت الدراسة العديد من الحقائق من أهمها ما يلي:

١- بلغت نسبة المورثات الوظيفية قرابة ٩٢٪، تؤدي أغلبها وظائف تتعلق بالأيض النباتي والترابط الخلوي.

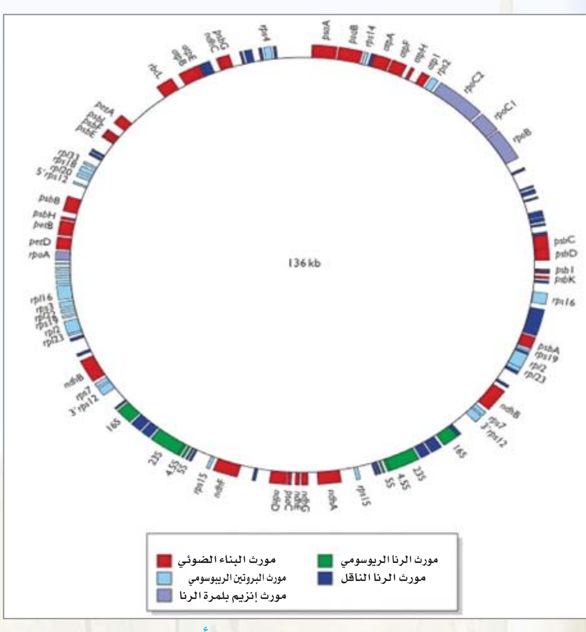
٢- بلغت نسبة محتوى الجوانين - السيتوسين (GC) حوالي ٤٤٪، بينما بلغت نسبة الأدينين ثايمين (AT) حوالي ٥٦٪.

٣- توجد تكرارات طولها يتراوح بين ٤-٢٠ نيوكليوتيدة في ٢,٤٢٪ من الجينوم.

٤- وجد أن التتابع الرباعي (ATCG/CGAT)



■ جينوم الميتوكندريا في نبات الأرز.



■ جينوم البلاستيدة الخضراء في نبات الأرز.

هو الشائع بنسبة ٩٢٪.

٥- تمثل التكرارات الطويلة حوالي ٣٨ مليون قاعدة، أما التكرارات القصيرة فتشغل حوالي ١٥٠ مليون قاعدة.

٦- توجد العناصر المتنقلة (القافزة- Transposons) في المناطق غير المشفرة بين المورثات.

٧- يتراوح أطوال قرابة ٧٨٪ من المورثات بين ٤٠٠-٥٠٠ قاعدة.

٨- تم تقسيم المورثات المشفرة لمعرفة أطوال البروتينات المترجمة منها بعملية التعبير الوراثي.

٩- يعتمد عدد التبادلات الوراثية داخل الصبغيات على نوع الصبغ، وتتراوح نسبة التبادل بين ١٥,٤ إلى ٣٠,٤٪.

١٠- اعتمدت دراسة التبادلات الوراثية على تقنية تحليل الدنا المكمل (cDNA) - الدنا المنسوخ من الرنا الرسول في وجود إنزيم النسخ العكسي-. وتم تعريف عدد من الكواشف والدلائل الجزيئية منها ٨٥١ أحادية النسخة، و ٥٠٩ ثنائية النسخة، و٦٠٠ ثلاثية النسخة.

جينومات أصناف الأرز

أثبتت المقارنات بين الجينومات المختلفة لأصناف مختلفة من الأرز درجة عالية من التشابه خاصة على مستوى: نيوكليوتيدة واحدة، وإضافة نيوكليوتيدة، وحذف نيوكليوتيدة، والعناصر القافزة. كما سهّلت هذه المقارنات التعرف على التبادلات الوراثية والتوصل إلى منشأ وتطور تلك الأصناف من النوع الأصلي البري (Wild type).

وقد ثبت من التعرف على الجينوم أن معظم المناطق فيه مضاعفة؛ لأن معظم أنواع وأصناف الأرز المزروعة حاليا ثنائية المجموعة الكروموسومية (Diploid)، ولكن من بين الأنواع البرية أصناف رباعية المجموعة الصبغية (Tetraploid)، مما يؤكد أيضا ظاهرة التعدد الصبغي (Polyploidy) الموجودة في العديد من الأصناف المنزرعة كوسيلة لزيادة الإنتاجية عن الأنواع الثنائية. كما اتضح أن ظاهرة التعدد الصبغي شائعة أيضا في قمح الخبز وسكر القصب، ويعمل الباحثون جاهدين في العديد من المراكز البحثية للكشف عن وتعريف المورثات المسؤولة عن التعدد الصبغي. وسوف تساهم المعلوماتية الحيوية، وبرامج الكمبيوتر المتطورة والمتقدمة في الكشف عن ذلك، والاستفادة منها في تحسين وزيادة إنتاجية الأرز بزراعته متعدد الصبغيات بدلا من عمليات التحوير الوراثي.

المقارنة مع الجينومات الأخرى

عند مقارنة مورثات الأرز مع مورثات النباتات الأخرى، وجد ما يلي:

١- أن درجة التشابه عالية جدا مع نباتات أخرى من نفس الفصيلة، ولكنها قليلة مع النباتات التي تنتمي لفصائل نباتية أخرى.

٢- أن بروتينات الأرز متشابهة بنسبة ٩٨٪ مع بروتينات الذرة، والقمح، والشعير التي تنتمي لنفس الفصيلة النباتية.

٣- أن حوالي ٧٠٪ من جينوم الأرز يماثل مورثات في نباتات وكائنات أخرى.

٤- أن معظم المورثات تكون عائلات وراثية (حوالي ١٥٠٠٠ عائلة) مقارنة بعدد العائلات الوراثية التي تتراوح بين ١١٠٠٠-١٥٠٠٠ في نبات «الأرابيدوبسيس»، و«دودة الربداء الرشيقة»، و«حشرة ذبابة الفاكهة».

من جانب آخر تم نشر الجينوم الكامل لنبات الذرة في عام ٢٠٠٩م، وبلغ حجمه ٢,٨٠٠ مليون قاعدة، وعدد مورثاته ٣٢٠٠٠ مورث، موزعة على ٢٠ كروموسوم. وجاري حاليا تحليل ومقارنة هذا الجينوم مع جينوم الأرز لرسم خرائط توضح العديد من التشابهات والاختلافات في العمليات الحيوية المتعلقة بمحاصيل الغلال. أما بخصوص القمح فإن جينومه معقد، ويصل حجمه قرابة خمسة أضعاف الجينوم البشري، وأربعين ضعفا لجينوم الأرز، ويرجع ذلك إلى تعقد تركيبه الوراثي ووجود عدد قليل من الأنواع ثنائية المجموعة الصبغية (Diploid) ولكن غالبية الأنواع رباعية (Tetraploid) أو سداسية (Hexaploid).

ترجع قلة تشابه مورثات الأرز مع النباتات الأخرى إلى عدة أسباب منها:

١- ارتفاع محتوى الجوانين والسيتوزين (GC) في مورثات الأرز مقارنة بالنباتات الأخرى.

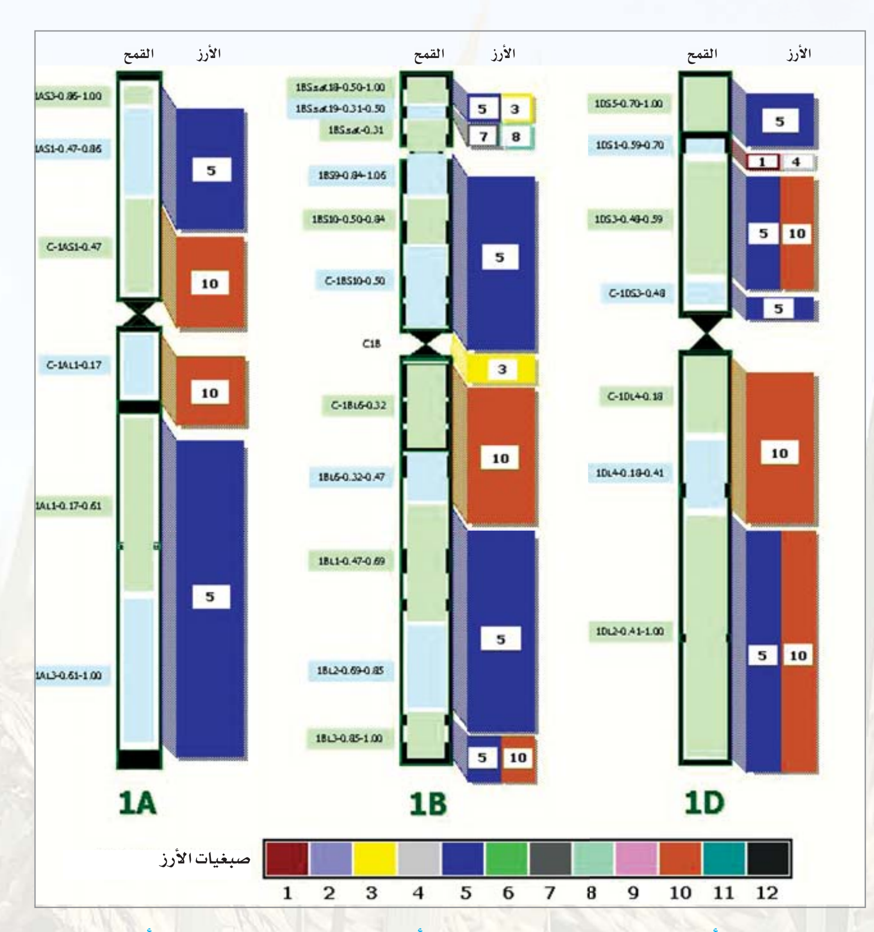
٢- ثبت أن نسبة عدد المورثات التي ظلت بدون تغيير قرابة ٣٠٪ بالمقارنة مع النباتات الأخرى، واعتبرت هذه المورثات فرضية أو غير معروفة، أو وهمية، على اعتبار أن معظم البروتينات النباتية المهمة غير معروفة.

٣- ثبت أن قرابة ثلث بروتينات «الأرابيدوبسيس» (حوالي ٨٠,٠٠٠ بروتين) متشابهة مع بروتينات الأرز فقط، وليس مع حشرة ذبابة الفاكهة، ودودة الربداء الرشيقة، وفطر الخميرة، والبكتيريا.

٤- أن «الأرابيدوبسيس» يفتقر للعديد من المجموعات الوراثية التي تم تعريفها في العديد من حقيقيات النواة، رغم أن بعض هذه المجموعات سجلت في جينوم الأرز.

٥- افترض العلماء أن تغيرات متتابعة حدثت في كل من الأرز والأرابيدوبسيس، وأنهما انحدرا من نفس المنشأ منذ قرابة ٢٠٠ مليون سنة رغم التباعد التصنيفي بينهما (اختلافهما الكبير) في المملكة النباتية. وهذه النتائج أكدت الفروض التي وضعت قديما لتفسير العلاقات التطورية بين ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين.

ثبت أيضاً أن العديد من مورثات مقاومة الأمراض والآفات الزراعية وتحمل الظروف المناخية القاسية متشابهة بدرجة كبيرة في كل من الأرز والأرابيدوبسيس، رغم اختلاف البعض الآخر في كل منهما. وعلى الرغم من اختلاف تركيب الزهرة في كل من الأرز والأرابيدوبسيس، فقد تم تعريف العديد من المورثات المسؤولة عن عملية الإزهار في كل



■ مقارنة جينوم الأرز والقمح حيث تعد خريطة الألوان السفلية عن صبغيات الأرز الإثنى عشر.

منهمـا، ومنها المورثـات المحددة لوقـت الازهار مثـل (GI, CO, LD & FCA). بالإضافـــة لمورثـات تصنيـع حمض الجبريليـك (أحـد الهرمونات النباتية المتعلقـة بالنمو)، فضلا عن أن معظـم هذه المورثـات في كلا النباتين تتواجد في مجموعات وراثية.

٦- أما بخصوص مورثات الأيض - خاصة مورثات المسـارات الأيضيـة مثـل الانشطـار الجليكـولي، ودورة «كربس»، والبنـاء الضوئي، والتنفس، وهدم الأحماض الأمينيـة، والنيوكليوتيدات، والأحماض الدهنيـة، والدهـون، والكربوهيـدرات، وغيرها - فقد توصل الباحثـون إلى أن قرابة ٢٥٪ من مورثات الأرز تلعـب دورا في هـذا المجـال، ومعظـم هـذه المورثـات مرتبـة في شـكل مجموعـات، ومتشابهة بدرجـة كبيـرة مـع مورثـات الأرابيدوبسيس. أمـا مورثـات النـواتج الثانويـة المعقـدة للأيض (Secondary metabolites) ومنهـا التربينـات، والفلافونـات، والفينـولات، فإن درجـة الاختلاف في النباتـين عاليـة. أما المورثات المسؤولة عن نقل الفوسفـات فثبت أنها متشابهة بدرجة كبيرة في كل من الأرز والأرابيدوبسيس، بالإضافة لنباتات أخرى مثـل الطماطـم، الطباق، وغيرها. أمـا بخصوص مورثات عوامل النسخ فقد عرفت مورثات متشابهة بدرجـة كبيـرة في كل مـن الأرز ودودة الربـداء الرشيقة، وبدرجـة أقل بين الأرز والأرابيدوبسيس. وأن معظـم هذه المورثات مرتبة في شكل مجموعات بعضها صغيرة ومعظمها كبيرة.

جينومــات محاصيــل الغــلال

استغل جينـوم الأرز كنموذج لرسم ومحاكاة جينومـات محاصيل الغـلال الأخرى، حيث ثبت أن الكواشف الوراثيـة الجزيئية متشابهة بدرجة كبيرة بين نباتات الغلال، مما سهل التعرف على المورثات وترتيبها ووظيفتها وطرق التحكم فيها، وبالتـالي تسهيل الحصول علـى التسلسل الكامل لجينومات هذه النباتات. وثبت أن قرابة ٨٠-٩٠٪ من مورثات الغـلال متشابهة تركيبيـا ووظيفيا، وقد تطورت هذه المورثات من نفس المصدر، ورغم اختلاف النـوع النباتي ظلت محتفظـة بالأصول الأوليـة على مـدار السنـين. تعـزى الاختلافات الشكليـة الظاهريـة بـين محاصيل الغـلال إلى اختـلاف عـدد قليـل من المورثـات أو اختلاف الوظائف بين مورثات متشابهة.

أهميــة جينـــوم الأرز

تؤدي دراسة جينوم الأرز إلى استنباط أنواع جديدة ذات غلة أوفر ولديها القدرة على مقاومة الظروف المناخية القاسية، خاصة لنباتات الغلال التي تنتمـي لنفس الفصيلة. ويعتقد الباحثون أن مـن شأن فك جينوم الأرز أن يؤدي لعلاج مشكلة سـوء التغذية في أنحـاء كثيرة مـن العالم، حيث يمثل الأرز الغذاء الرئيسـي لقرابة نصف سكان الكرة الأرضية. وتكمن المشكلة الرئيسية في الأرز العادي في افتقـاده لعنصر البيتـا كاروتين الذي يعد مصدرا لفيتامين (أ) في أجسادنا، وقد نجح العلمـاء في إنتاج أرز من نوع خاص يسمى الأرز الذهبي يحتوي على هذه المادة.

يقول **ستيف بريدجز** من معهد أبحاث «ميسا» في كاليفورنيا - حيث جرت معظم التجارب- «من المتوقـع أن تؤتي هـذه المعلومات الجديـدة ثمارها بالنسبـة للمزارعـين الذيـن سيوظفونهـا خـلال سنوات قليلة». لكن الوكالة الدولية للتنمية أعربت عـن مخاوفها من أن تؤدي هـذه الخطوة إلى جعل الفلاحـين الفقراء في الـدول النامية رهينة بأيدي الشـركات التـي تمتلك هـذه المعلومـات المتطورة. طالبت الوكالة شركة «سينجينتا» بأن تتعهد بإتاحة هذه المعلومـات للباحثين في الـدول النامية وبعدم فرض براءات اختـراع للشفـرة الوراثية الخاصة بـالأرز أو أي محصول آخـر. وذكر الباحث **بريدج** «أن خريطـة الأرز مليئـة بالمفاجـآت والإمكانيات، ويشير إلى أن الباحثين لم يعرفوا الدور الذي تلعبه ٢٠٪ من هذه المورثات».

تم التعـرف علـى تباينـات واستبـــدالات الأحماض الأمينيـة والاستفـادة منهـا في رسم العمليـات التطورية، حيث أظهـرت التحليلات الإحصائية أن التبادلات الوراثية المتبوعة بتغيير نمط الأحماض البروتينيـة في الذرة حدثت منذ قرابـة ١١,٤ مليـون سنـة، بينمـا في الأرز مـن ٤٠-٥٠ مليـون سنـة، وأن أكثر نسبـة تغير كانت علـى الكروموسومين رقـم ١١و ١٢. حيث حدثت تلك التبادلات فيهما من قرابة ٢٥ مليون سنة.

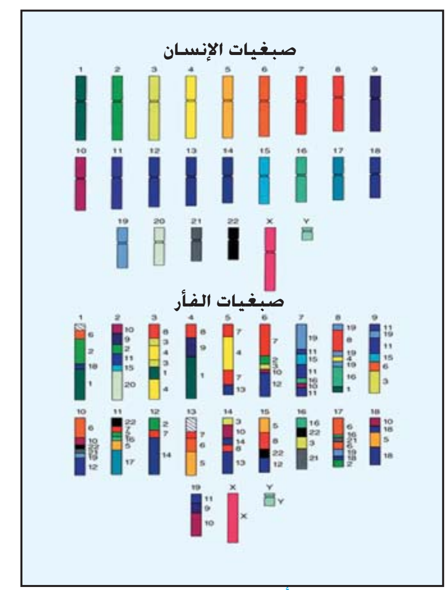
جينوم الفأر

د. سحر أحمد الخواص

يبدو أن الصراع العلمي لسبر غور بحر المورثات دائم الحراك حتى يرث الله الأرض ومن عليها، وذلك أملاً في حل الشفرات التي تعكر صفو حياة الإنسان من أمراض قد بُلي بها نظراً لما أحدثه في البيئة من ملوثات.

ولما كان الإنسان سيد هذا الكون فقد هداه تفكيره لتسخير كل ما حوله من كائنات لخدمته، فنراه تارة يصنفها وتارة أخرى يجري عليها العديد من التجارب العملية. ولعل هذه المقالة تمثل عرضاً لجزء ضئيل من تطور العلم البشري فهي تستعرض رحلة مع جينوم الفأر -فأر المنزل وفأر المختبرات- وصولاً إلى تجريب العديد من العقاقير عليه حرصاً على سلامة الجسم البشري، حيث يعد الفأر من الحيوانات الثديية التي ينتمي لها الإنسان، وكلاهما من الفقاريات التي تتبع الحبليات متعددة الخلايا ذات النواة الحقيقية.

تحتوي خلية الفأر على ٤٠ صبغي، منها ٣٨ صبغياً جسدياً وصبغيين جنسيين (X & Y). ويوضح الشكل (١) نمط صبغيات (Karyotype) الفأر مع مقارنتها بصبغيات الإنسان.



شكل (١) صبغيات الفأر مقارنة بصبغيات الإنسان.



أهميـــة فـــأر المختبـــرات

استخدمت الفئران منذ عقود مضت في الدراسات الأكاديمية، والصناعية، وفي الأبحاث الحيوية، والدراسات الصيدلانية، والتغذية وغيرها؛ نظراً لكثرة عدد سلالاتها (٧٢٨ سلالة). ينشر سنوياً منذ عام ١٩٦٦م حوالي ٢٨,٠٠٠ ورقة علمية بحثية يستخدم فيها فئران المختبرات كنموذج تطبيقي. وفي نهاية القرن العشرين وبداية القرن الحادي والعشرين ازداد العدد إلى قرابة ٣٧,٠٠٠ ورقة سنوياً. استخدم منها أكثر من ٧٠٠ سلالة من الفئران - شملت أكثر من ٢٠٠ سلالة معدلة وراثياً- وذلك لتحديث وتحليل نتائج مشروع الجينوم البشري. ومن أهم الاستخدامات الحالية: أبحاث زراعة ونقل الأعضاء، وأمراض القلب، وأمراض المناعة، والسرطان، والسلوك، والنمو والتكاثر، و الاعتلالات الأيضية، والاعتلالات الوراثية، والاعتلالات العصبية، وأمراض الجلد والشعر، والشيخوخة، وأمراض الرئة، والتغذية، وأمراض السموم، وغيرها.

إنجاز الخريطة الوراثية للفأر

تم في الآونة الأخيرة الانتهاء من حل شفرة تسلسل مورثات لنوعين من الفئران هي:

- **الفأر المنزلي**

في إنجاز علمي جديد - بعد عامين من نشر الجينوم البشري وبالتحديد عام ٢٠٠٢م- نشر علماء من ست دول يعملون في مشروع «التعاون الدولي لتسلسل جينوم فأر المنزل (house mouse)» بالإضافة لشركة «سيليرا جينومكس» الخريطة الوراثية لفأر المنزل في مجلة الطبيعة (NATURE) الإنجليزية - العدد (٤٢٠) - الصفحات (٥٢٠-٥٦٢).

يعد الفأر أول حيوان ثديي لبون يتعرف العلماء على خريطته الوراثية. يتألف من ٢,٦ بليون نيوكليوتيدة. وبلغ عدد المورثات المشفرة للبروتينات ٢٩,٢٣٨ مورثاً، أما عدد مورثات الرنا غير المترجم ٢٤ مورثاً. وتلى ذلك دراسة بعض العلاقات التطورية المتعلقة بالفئران، ونشرت في مجلة أبحاث الجينوم عام ٢٠٠٤م. أدت المقارنات بين مورثات فأر المنزل والإنسان إلى ازدياد فهم العلماء لنتائج ومخرجات مشروع الجينوم البشري، وأظهرت أن الإنسان وفأر المنزل متشابهان من الناحية الوراثية. ورغم أن جينوم الفأر أصغر بحوالي ١٤٪ من جينوم الإنسان، إلا أنهما يشتملان على عدد متقارب من المورثات، حيث ظهر أن ٩٩٪ من المورثات الموجودة لدى فأر المنزل يوجد ما يماثلها لدى الإنسان. ويدخل ضمن هذا التماثل المورثات التي تقود إلى ظهور الذيل لدى الفأر. كما يتماثل ٢,٥٪ من الأجزاء غير المشفرة من جينومي فأر المنزل والإنسان، والتي لم يعتبرها العلماء مهمة في السابق لأنها لا تشفر البروتينات


■ فأر المختبرات وفأر المنزل.

أو الإنزيمات. ويعتقد الخبراء الآن أن هذه الأجزاء ربما تكون مهمة، لأدائها وظائف تنظيم عمل المورثات.

وذكر «**ريك واتشيك**» مدير مختبر جاكسون: «أن المقارنة بين المورثات البشرية ومورثات فأر المنزل سوف تفتح عهداً جديداً من التحريات العلمية المعمقة على الأساس الجزيئي للتطور الحي».

● **جينوم فأر المختبرات**

يعد مشروع جينوم فأر - المختبرات الفأر النرويجي البني (Rattus norvegicus -Rat)- ثالث مشروع لحيوان ثدي يدعمه المعهد الوطني الأمريكي للصحة، وتمت دراسته بواسطة «اتحاد التعاون الدولي لدراسة تسلسل جينوم فأر المختبرات» المتكون من مجموعة من المعاهد، والجامعات، والهيئات البحثية، والشركات شملت شركة سيليرا جينوميكس، ومعهد أبحاث الجينوم، ومعهد كراياج فنتر، وجامعة يوتاه، ومستشفى الأطفال بمعهد أوكلاند للأبحاث، وكلية الطب بويسكونسن، ومركز علوم الجينوم البريطاني، ومركز تسلسل الجينوم بجامعة واشنطن. وقد تم تمويل هذه الدراسة من قبل المعهد الوطني للقلب والرئة والدم بالتعاون مع معهد الأبحاث الوطني للجينوم البشري.

نشرت نتائج دراسة وتحليل الجينوم الكامل للفأر النرويجي على مراحل بمجلة الطبيعة (NATURE) وبدأت بالمسودة الأولى في نوفمبر عام ٢٠٠٢م، وانتهت بنشر النسخة النهائية في نوفمبر عام ٢٠٠٤م، وحجمها ٢,٨ بليون نيوكليوتيدة بعد إضافة تحديثات وتحسينات محدودة.

بلغ عدد المورثات المشفرة للبروتينات ٢٣,٩٧٠ مورثاً، وعدد مورثات الرنا غير المترجم ٢٤ مورثاً، وعدد الدلائل الوراثية أكثر من ٦,٠٠٠، وعدد مكتبات الدنا المكمل ٥٩٣,٨٨٠ مجمعة في حوالي ٦٣,٠٠٠ مجموعة، وعدد أماكن الصفات المعرفة التي تحتوي على أليلات للعديد من الأمراض المعقدة الشائعة حوالي ٧٠٨ (مقارنة بحوالي ٧٢٩ في فأر المنزل).

تطبيقات جينوم الفأر

يعد نشر الجينوم الكامل للفأر إنجازاً علمياً يؤكد أهمية الأبحاث العلمية على الفئران، ويبشر بفهم الألغاز الوراثية لدى الإنسان، نتيجة لوجود المورثات المتشابهة والمرتبطة بالأمراض لدى الإنسان والفأر، و قد أعطت هذه النتائج دفعاً للميل العلمي المعروف (منذ أكثر من ٢٠٠ سنة) لاستخدام الفئران في مختبرات البحوث، كحيوانات اختبار يُجرب عليها ما قد ينتقل إلى المجال البشري لاحقاً مثل: الأدوية، والهرمونات، والعلاجات الكيميائية، والوراثية، وعمليات زرع الأعضاء، وحتى بعض أنماط السلوك وغيرها.

الجدير بالذكر أن قرابة ٢٥ مليون فأراً سنوياً يخضع لأبحاث علمية على أمراض السرطان، والسكري، وارتفاع ضغط الدم، والسمنة. و قد تغير مسار الأبحاث من تجارب محاولة استزراع خلايا عصبية بشرية في الفئران إلى محاولة التوصل إلى علاج الأمراض العصبية المستعصية، مثل باركنسون، و الزهايمر، والتصلب العصبي اللويحي، وحتى بعض الأمراض المرتبطة بالتخلف العقلي، مثل: التوحد، و ضمور الدماغ الخلقي وغيرها.

آفاق وأبحاث جديدة

نشر في عام ٢٠٠٨م بمجلة (Genome Biology) بخصوص جينوم فأر المنزل تقييماً نقدياً للتنبؤ بوظائف المورثات في الفأر باستخدام الدلائل المتكاملة لعلم الجينوم الوظيفي، وقد تم في هذه الدراسة تحليل نتائج ٢١,٦٠٣ مورث، وثبت منها أن ٧٦٪ من مورثات الفأر تؤدي وظائف محددة، وهناك حوالي ٥,٠٠٠ مورث لم توصف بعد وجاري توصيفها، وأن درجة الأداء للمحتويات الخلوية تتراوح بين ٣٨-٥٨٪، أما درجة الوظائف الجزيئية فتتراوح بين ٥٦-٦٤٪، وأن درجة الدقة في التنبؤ حسب التطبيقات الإحصائية تتعدى ٩٠٪. ويتم حالياً إجراء العديد من الدراسات للاستفادة من هذه النتائج القيمة لتصحيح العديد من الفروض عن وظائف المورثات في الثديات.

أما جينوم فأر المختبرات فنظراً لأهمية استخدامه في دراسات علوم الحياة وخاصة علم وظائف الأعضاء، فقد اقترح مشروع دراسة التغيرات الشكلية على مستوى النيوكليوتيدة الواحدة (Single Nucleotide Polymorphisms-SNPs) للاستفادة منها في تقييم الدراسات البشرية القائمة وتطوير ودعم الدراسات المستقبلية. ويعكس ذلك الزيارات و الاسترشادات التي تسجل يومياً من الموقع الخاص بجينوم فأر المختبرات.

الجدير بالذكر أن معظم هذه الزيارات ليست للاطلاع فقط، ولكن للاستفادة وإعادة التحليل والحصول على نتائج مقارنة وربطها مع الدراسات الأخرى للحصول على مخرجات ذات فائدة أعم وأشمل. وقد تم حديثاً نشر دراسة التسلسل في ٨ سلالات مختلفة من فئران التجارب لاكتشاف التغيرات الشكلية على مستوى النيوكليوتيدة الواحدة. كما تم أيضاً نشر نتائج إضافة ١٠٠٠ نسخة من الصبغيات البكتيرية الصناعية محملاً عليها أجزاء من مورثات الفأر؛ بغرض تطوير أبحاث زراعة ونقل الأعضاء. وقد تم تعريف عدد من الدلائل الوراثية المهمة في ٤٨ سلالة شائعة الاستخدام، وأخيراً تم نشر التعرف على حوالي ٢٥,٠٠٠ دليل موصوف على الخريطة الوراثية يوضح العلاقات بين فأر المختبرات، فأر المنزل، والإنسان.

جينوم الباندا

محمد صالح سنبل

ينتمي الباندا (*Ailuropodamelanoleuca*) إلى عائلة الدببة (*Ursidae*)، وهو حيوان نادر يستوطن المرتفعات الجبلية حيث يوجد في غابات أشجار البامبو في مرتفعات وسط الصين، وفي مناطق متفرقة في شمال وجنوب الصين. يمكن تمييز هذا الحيوان بسهولة من خلال جسمه الذي يشبه أجسام الدببة الأخرى إلا أنه يختلف عنها في لون فرائه الأبيض والأسود، كما توجد هالات سوداء اللون حول العين وعلى الأذنين ومقدمة الجسم، ويطلق عليه أيضاً اسم الباندا العملاق نظراً لحجم جسمه الكبير.



يعود وجود الباندا العملاق (Giant panda) إلى العصر الجيولوجي البليوسين (Pliocene) والبليستوسين (Pleistocene)، أي منذ ما يقارب نحو ٢-٣ مليون سنة، وقد وجدت أحافير له في بورما وفيتنام وفي مناطق مختلفة من شرق الصين وحتى العاصمة بكين شمالاً، يعد العالم الاستكشافي الفرنسي بيير أرماند (**Pere Armand**) أول عالم أوروبي وصف حيوان الباندا، وذلك في عام ١٨٦٩م.

تعد دببة الباندا من الحيوانات المحببة منذ القدم لدى العائلة الإمبراطورية في الصين؛ ففي عهد حكم سلالة الإمبراطور هان (٢٠٦ ق.م - ٢٤م) تم الاحتفاظ بدببة الباندا داخل الحدائق الملكية، حيث كانت تلاقي الاهتمام البالغ، وكانت تعد كنزاً لا يقدر بثمن.

يعد الباندا حالياً من الحيوانات النادرة والمحببة لدى الأطفال في حدائق الحيوان في جميع أنحاء العالم، كما أنها تمثل الرمز الشعبي للصين، حيث سبق وأن استخدم شعاره في الألعاب الأولمبية.

كان الباندا في الماضي منتشراً بكثرة في الصين، خاصة في مقاطعة سيشوان وجانسو، وقد وجد كذلك في بورما وفيتنام، إلا أن هناك العديد من العوامل التي ساهمت في تناقص أعداده، مثل ازدياد الكثافة السكانية في الغابات، إضافة إلى النشاطات البشرية، مثل: الصيد الجائر، وقطع أشجار البامبو في مناطق تواجده؛ مما ساهم بشكل كبير في تناقص أعداده وبات من الحيوانات المهددة بالانقراض، كما أن انخفاض معدلات الولادة لهذا الحيوان من الأمور التي ساهمت في نقص تعدادها .

تم عمل العديد من الإحصاءات المسحية لحصر أعداد هذا الحيوان؛ ففي أول إحصاء خلال الفترة ١٩٧٤-١٩٧٧م ؛ كشف عن وجود نحو ١٠٠٠- ١١٠٠ حيوان في البراري، وفي عام ١٩٨٤م بلغ عددها نحو ١٠٠٠ حيوان، وقد ساعدت القوانين عام ١٩٩٠م - شملت إزالة البشر المقيمين في الغابات والسيطرة على السلاح - من فرص الإبقاء على حياة الباندا؛ وبالتالي ازدادت أعدادها، إلا أنها لا تزال تصنف من ضمن الحيوانات النادرة، وفي عام ٢٠٠٧م بلغ عدد الحيوانات التي في الأسر ٢٣٩ حيوان داخل الصين، و٢٧ حيوان خارج البلاد. ويقدر عدد حيوانات الباندا العملاق حالياً بنحو ١٥٩٠ حيوان، منتشرة في أقاليم سيشوان، وجانسو، وشانتي، بينما يعيش نحو ٢١٧ حيوان في الأسر، وقدرت أعدادها في حدائق الحيوان بالصين عام ٢٠٠٩م بنحو ١٣٠-١٥٠ حيوان.

يتغذى الباندا بشكل رئيس على أوراق وسيقان نبات البامبو، حيث يشكل ٩٩٪ من وجبته، بينما تشمل النسبة المتبقية (١٪) العسل والبيض والسمك والموز والبرتقال وأوراق الشجيرات. يلزم للباندا أن يتناول ما مقداره ١٢-٣٨ كيلوجراماً من الغذاء يومياً، حيث يستغرق ١٠-١٦ ساعة يومياً في التغذية.

يقضي الباندا وقته بالتجوال داخل الغابة و التسلق والاحتماء في جذوع الأشجار أو شقوق

الصخور، إلا أن أفراد الجماعة الواحدة لا تتعايش مع بعضها سوياً، بل تفضل الوحدة والعزلة، ولكل فرد منطقة خاصة يعيش ويتجول ويتغذى فيها، بحيث لا يتعدى منطقته إلى منطقة فرد آخر. وتتواصل الأفراد فيما بينها للتزاوج بواسطة خمش سيقان الأشجار أو التبول عليها.

يمكن للباندا أن يعيش لفترة تتراوح بين ١٤ – ٢٠ عاماً – وقد تصل في بعض الأحيان إلى ٣٠ عاماً – ويبلغ وزن صغير الباندا حديث الولادة ٩٠–١٣٠ جرام، ويكون لونه وردياً وغير قادر على الإبصار، ولا يستطيع الحركة إلا عندما يصبح عمره ٣ أشهر. كما أنه يكون عديم الأسنان؛ لذا فهو يعتمد على حليب الأم خلال الأشهر الأولى حتى يبلغ ١٨ شهراً، حيث يصبح بعدها قادراً على الاعتماد على نفسه في الغذاء.

يتحول لون فراء الصغير من الوردي إلى الرمادي بعد أسبوعين من الولادة، ويبدأ الصغير في المشي عندما يبلغ عمره ٧٥–٨٠ يوماً. وبعد ستة أشهر يمكن للصغير أن يتناول وجبات قليلة من نبات البامبو إلى جانب حليب الأم. يصبح وزن الصغير ٤٥ كيلوجراماً عندما يكمل عاماً واحداً، ويعيش بجوار أمه حتى يبلغ ١٨ شهراً إلى عامين.

يعد الباندا من الحيوانات التي تتميز بالخمول الجنسي، وتصل الذكور والإناث لمرحلة البلوغ عند سن ٥,٥ – ٦,٥ سنوات، كما أن فترة التزاوج تكون في فصل الربيع بين شهر مارس ومايو.

تبلغ فترة الحمل ٩٥ – ١٦٠ يوماً، وتضع الأنثى صغيراً واحداً كل عامين عند كل ولادة، وتحدث الولادة في فصل الخريف، أما ولادات التوائم فهي نادرة وتحدث للحيوانات التي في الأسر.

يتراوح وزن الباندا العملاق عند سن البلوغ مابين ١٠٠–١٥٠ كيلوجرام، أما طولها من الأنف حتى الذيل فيبلغ نحو ١٥٠ سنتيمتراً، بينما يبلغ ارتفاعها ٦٠–٩٠سم، ويزيد الذكور على الإناث ٢٠٪ في الوزن و ١٠٪ في الحجم.

استنساخ الباندا

يعد التوصل لوسيلة لإنقاذ الباندا من الانقراض واحداً من أكبر التحديات التي تواجه علماء الحيوان بالصين؛ حيث أن هذا الحيوان النادر يعد رمزاً وطنياً يجب الحفاظ عليه وزيادة أعداده.

لجأ العلماء إلى فكرة إنتاج جنين الباندا عن طريق تقنية الاستنساخ، والتي تعد إنجازاً غير مسبوق لإنقاذ هذا الحيوان من الانقراض؛ حيث نجح العلماء الصينيون في صيف عام ١٩٩٩م في إنتاج جنين لدب الباندا باستخدام بويضة أرنب، إلا أن الفكرة لم تكتمل، وذلك لاختلاف الحجم وفترة الحمل بين الباندا والأرنب، ورغم أن العلماء لم يتمكنوا من تحقيق فكرة استنساخ حيوانات داخل أنواع أخرى، إلا أن المحاولات مازالت مستمرة، ومن المتوقع أن ينجح العلماء في استنساخ أول باندا بعد ٣ سنوات من الآن.

قام العلماء بمحاولات لإكثار توالد الباندا وتربيتها في الأسر (Captive breeding) منذ التسعينيات من القرن الماضي كوسيلة ناجحة لحمايتها من الانقراض، حيث تم استيلاد أول باندا في حديقة حيوانات بكين في ٩ سبتمبر عام ١٩٦٣م، وقد سميت مينغ – مينغ (Ming-Ming)، وبعدها بعام واحد في سبتمبر ١٩٦٤م، تم استيلاد ٣ دببة باندا اثنين من الإناث ودب ذكر واحد.

الجدير بالذكر أن الحكومة الصينية قامت بإنشاء مراكز بحثية متخصصة لتطوير ولادات الباندا في الأسر، مثل مركز وولونغ البحثي (Wolong Research Center)، ووحدة توليد الباندا قرب مدينة شينغدو عاصمة محافظة سيشوان، حيث تم في عام ١٩٩١م استيلاد ٩ دببة باندا من حمل ٧ أمهات، وبقي من تلك الدببة خمسة فقط على قيد الحياة.



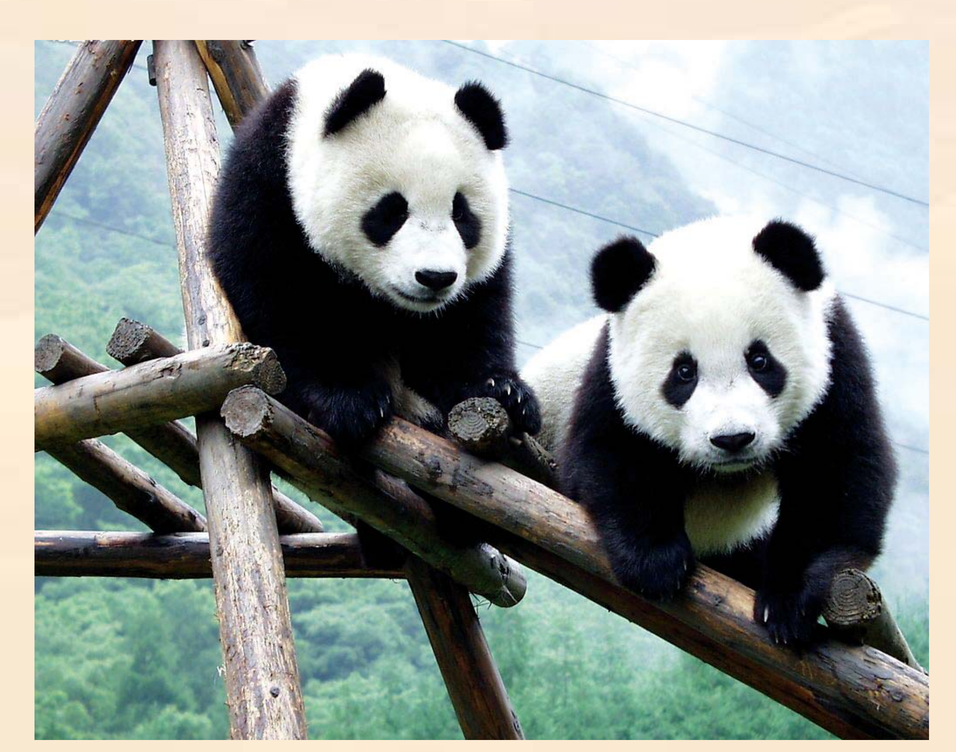
■ صغير الباندا بعد الولادة مباشرة.

يبلغ عدد صبغيات الباندا العملاق ٤٢ صبغياً، أما باقي أفراد الدببة تمتلك ٧٤ صبغياً، فيما تبلغ صبغيات الباندا الحمراء ٤٤ صبغياً.

مشروع جينوم الباندا

بدأت محاولات الكشف عن جينوم الباندا عام ٢٠٠٧م، حيث نجح العلماء في مركز إكثار الباندا (شيندونغ/ الصين) في إكمال قراءة تسلسل جينوم الميتوكوندريا للباندا العملاق باستخدام تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل الطويلة والدقيقة (long and accurate polymerase chain reaction, LA-PCR)، في وجود بادئات متحركة وتتابعات محفوظة، وقد اكتشف العلماء أن حجم المادة الوراثية لميتوكوندريا الباندا بلغ ١٦,٨٠٥ نيوكليوتيدة في الطول، وتحتوي على مورثين خاصين بالرنا الريبوسومي (r-RNA)، إضافة إلى ١٣ بروتين مشفر للمورثات، و٢٢ مورث ناقل خاص بالرنا الناقل (t-RNA)، كما اكتشف العلماء أن الطول الإجمالي للبروتينات المشفرة للمورثات ـ عددها ١٣ ـ هو أطول منها في حالة الدب الأمريكي الأسود، وقد استخدمت نتائج هذا البحث في دراسة العلاقات التطورية التي أكدت وجود علاقة بين الباندا والدببة.

بدأ المشروع الدولي لدراسة جينوم الباندا العملاق في مارس ٢٠٠٨م، وقد ضم علماء من



الصين، وبريطانيا، والدنمارك، وكندا، والولايات المتحدة، وقد تم دراسة تسلسل جينوم الباندا في معهد بكين لبحوث الجينوم (شينزين/ الصين)، وقد اكتشفوا أن جينوم الباندا العملاق يحتوي على ٢,٢٥ بليون قاعدة (Gb) تغطي حوالي ٩٤٪ من كامل الجينوم، فيما بلغت المسافات بين القواعد (٠,٠٥ بليون قاعدة Gb).

تم الكشف عن أكثر من ٢,٧ مليون نيوكليوتيدة فردية مختلفة متعددة الأشكال في الجينوم المضاعف (diploid Genome)، وقد تم الاستفادة من هذه البيانات في تأسيس مركز أبحاث وراثي متخصص للثدييات في شينزين بالصين، إضافة إلى إمكانية تقييم إنشاء تقنيات متقدمة دقيقة ومنخفضة التكلفة لقراءة تسلسل الجينوم للكائنات الحية كبيرة الحجم.

نجح الفريق البحثي في قراءة تسلسل ٨٠٪ من جينوم الباندا العملاق؛ وهو الذي يغطي ٩٥٪ من مناطق المورثات (Genes region)، وبدمج تقنية قراءة السلاسل الطويلة (Long paired reads) مع البيانات عالية الجودة (high data quality) نجح العلماء في إكمال تسلسل ((de novo للباندا العملاق الذي يعد أحد الكائنات الحية المعقدة التركيب الكبيرة الحجم. كما تمت المقارنة بين جينوم الباندا، والكلاب، والإنسان في هذا المشروع البحثي من حيث تسلسل القواعد المتشابهة والمشتركة فيما بينها للاستفادة منها في معرفة الأسس الوراثية للوظائف البيولوجية في تلك الكائنات الحية.

يشير الباحث ريوكيانج (Ruiqiang) أحد أعضاء الفريق البحثي بمعهد بكين لبحوث الجينوم إلى أن استخدام تقنية إليومينا في الكشف عن جينوم الباندا العملاق كان أقل في التكلفة والزمن من التقنيات السابقة في اكتشاف تسلسل قواعد الجينوم للكائنات الحية سابقاً، كما أن تجميع الجينوم (Genome assembling) كان سهلاً باستخدام تقنية محاذاة النيوكليوتيدات القصيرة المبلمرة (Short Oligonucliotide Alignment Programm – SOAP).

الجدير بالذكر أن جينوم الباندا العملاق يحتوي على ٢٠ زوجاً من الصبغيات الجسدية (autosomes) إضافة إلى زوج واحد من الصبغيات الجنسية (2n=42)، وقد تم اختيار أنثى باندا عملاقة عمرها ٣ سنوات اسمها (جينغ-جانغ Jing-jang) من مركز شيندونغ لإكثار الباندا، وذلك لدراسة تسلسل الجينوم فيها. باستخدام تقنية تحليل تسلسل الجينوم (إليومينا) (illumine) والتي تعد تقنية الجيل القادم، إضافة إلى تقنية البندقية للجينوم الكامل (whole-genome shotgun sequencing strategy)، كما تم استخلاص المادة الوراثية DNA من الدم الوريدي المحيطي (peripheral venous blood).

اكتشف الباحثون أن نسبة التطابق بين جينوم الباندا وجينوم الإنسان وجينوم الكلب (٩٤٪، و٩٩٪ على التوالي)، كما اكتشفوا وجود خصائص مميزة للمورثات في جينوم الباندا وهي كالتالي:

١-وجود عدد من المورثات المسؤولة عن تشفير الإنزيمات الهضمية (بروتييز، ليبيز، سليوليز، لاكتيز، إنفرتيز، مالتيز)؛ وبالتالي استنتج العلماء ان الجهاز الهضمي للباندا يحتوي على الإنزيمات الضرورية لتناول اللحوم.

٢- لم يتم العثور على أية مورثات متماثلة هاضمة للسليوليز (homologous digestive cellulose genes) مثل: إندوجلوكانيز (endoglucanase)، وإكسوجلوكانيز (exoglucanase)، مما يشير إلى أن تناول الباندا العملاق لوجبة نبات البامبو ليس نابع من تركيبها الوراثي إنما بسبب البيئة الميكروبية الملائمة في قناتها الهضمية.

وجود عدد من المورثات المسؤولة عن أنواع التذوق: المرارة (bitterness)، والحلاوة (sweetness)، والملوحة (saltiness)، والحموضة (sourness). وكان عدد تلك المورثات ١٦ مورث من نوع T2R .

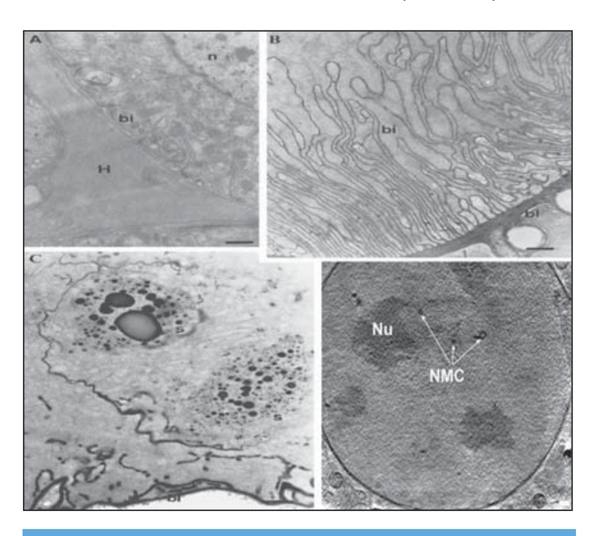
وجود مجموعة المورثات المسؤولة عن الإحساس برائحة الطعام (umami food sense genes) في الباندا، وهي مجموعة المورثات (T1R) مثل: المورث T1R1 و T1R3 .

فوائد جينوم الباندا

تعد معرفة جينوم الباندا ذات أهمية بالغة، وذلك حفاظاً على هذا النوع من الانقراض باعتبار أنه الحيوان الأول الذي ينتمي لعائلة الدببة (Ursidae)، ولذا تمت دراسة جينومه وقراءة تسلسل قواعده النيتروجينية. إضافة إلى الكشف عن دور المورثات في التأثير على الطبيعة الغذائية لهذا الحيوان، ولازالت العديد من الدراسات العلمية قائمة على هذا الحيوان لمعرفة أسراره وعجائبه الفريدة، والتي لم تكن معروفة سابقاً.

:: الجديد في العلوم والتقنية ::

ميكروسكوب يكشف مكونات الخلية بالأبعاد الثلاثية



نجح الباحثون بمعهد هيلمهولتز زنتروم البحثي (Helmholtz-Zentrum Berlin- HZB) برلين، ألمانيا، وللمرة الأولى في ابتكار مجهر جديد يمكنه الكشف عن محتويات الخلية الحية بالأبعاد الثلاثية الحقيقية، وبدون الحاجة إلى المعالجة الكيميائية للخلية، أو إضافة الصبغات، أو قطع الخلية بهدف دراستها، وبدلا من ذلك يمكن للمجهر المبتكر دراسة التركيب الدقيق للخلية التي تم حفظها في بيئة سريعة التجمد، وذلك في نفس بيئتها الطبيعية، كما أن هذا المجهر يعطي صورة فورية ثلاثية الأبعاد للخلية ومحتوياتها؛ وبذلك فهو يعتبر ثورة تقنية جديدة في عالم تقنيات المجاهر.

تعد قوة التكبير لهذا المجهر قوية جدا؛ حيث تبلغ ٣٠ نانومتر (يبلغ عرض شعرة الإنسان ١/١٠٠٠ نانومتر)؛ وبالتالي يمكن لهذا المجهر توضيح التفاصيل المتناهية الصغر في حجم كبير وواضح.

يمكن للمجهر الجديد أن يعطي صوراً ثلاثية الأبعاد وعالية الدقة لكامل الخلية ومحتواها وذلك في خطوة واحدة فقط؛ الأمر الذي يعد تقدماً ملموساً في تقنية المجاهر الإلكترونية حيث كانت الصور ثلاثية الأبعاد تتركز في خارج الخلية لمعظم القطاعات المجهرية الدقيقة، ولم يكن ممكناً التقاط صورة كاملة دقيقة للخلية ومحتوياتها؛ كما أن التقاط الصور لتلك الخلايا كان يستغرق عدة أسابيع، ولاتحتاج إلى صبغ كما في المجاهر الضوئية التي تتضح فيها العضيات الخلوية المصبوغة فقط.

يشير **جريد شنايدر (Grid Schneider)**، أستاذ المادة اللينة والمواد الوظيفية بالمعهد إلى أن المجهر الجديد تم تسميته بمجهر الأشعة السينية (X-ray microscope) حيث أن مصدر الطاقة في تشغيله هي الأشعة السينية، ويمكن لهذا المجهر أيضاً أن يستفيد من التباين الطبيعي (natural contrast) الموجود بين المواد العضوية للخلية والماء ليقوم بتكوين صورة لجميع محتويات الخلية بدقة متناهية.

تم تكوين الأشعة السينية أحادية الضوء – تعد مصدر طاقة هذا المجهر– عن طريق شبكة إشعاعية (Radial grid)، ويقوم حاجز خاص (diaphragm) يتم وضعه قرب العينة باختيار المدى المرغوب من الأطوال الموجية . قام الباحثون – أيضاً – بتطوير هذه الخصائص المتعلقة بالمجهر، بحيث يتم تجميع الضوء أحادي اللون بواسطة مكثف ضوئي خاص يقوم بتوضيح تفاصيل العينة مباشرة، بحيث يمكن الاستغناء عن الحاجز (diaphragm)؛ الأمر الذي أدى إلى إمكانية رفع زاوية العينة بمقدار ١٥٨ درجة؛ وبالتالي فحص العينة بالأبعاد الثلاثية.

يشير الباحثون إلى أن هذه الخصائص التي تم تطويرها للمجهر المبتكر ستمنح وسيلة جديدة في البيولوجيا الجزيئية للمساعدة على فهم أكثر عمقا لمكونات الخلية.

قام الباحثون الألمان بالمعهد بالتعاون مع زملائهم الباحثين الأمريكيين بالمعهد القومي لبحوث السرطان بكاليفورنيا، بتجربة المجهر الجديد وقدراته المذهلة؛ حيث قاموا بإستكشاف خلايا سرطانية غدية (adenocarcinoma cells) لفأر تجارب، وذلك في صورة ثلاثية الأبعاد، بحيث أصبح من الممكن رؤية جميع التفاصيل الدقيقة لمحتويات تلك الخلايا بوضوح تام، مثل الغشاء المزدوج لنواة الخلية، والثقوب النووية في الغلاف النووي، والقنوات الغشائية في النواة، والعديد من التفاصيل الدقيقة لغشاء الميتوكوندريا الداخلي، والمكونات الداخلية الدقيقة للعضيات الخلوية مثل الليسوسومات (lysosomes).

يمكن لهذا الابتكار أن يكون حاسماً في تفسير آلية العديد من العمليات الخلوية الداخلية مثل كيفية اختراق الفيروسات أو الجسيمات النانوية للجدار الخلوي أو النواة .

الجدير بالذكر أن الباحثين المبتكرين لهذا المجهر تمكنوا من الوصول لقوة التكبير العالية له عن طريق دراسة التراكيب الدقيقة للجسيمات المائية المجمدة (frozen-hydrated objects) والتي تم تسليط ضوء مركز جزئياً عليها يتكون من موجتين من الضوء لكل واحدة منهما أطوار موجية متقاربة تخضع لتقلبات نسبية عشوائية غير كافية لجعل الموجات غير متماسكة كلياً.

تمكن العلماء بواسطة دمج كل الميزات السابقة للمجهر مع وجود عدسات تكبير عالية الدقة من رؤية المكونات الخلوية فائقة الصغر وذلك بدقة تباين غير مسبوقة.

يشير الباحثون إلى أن هذه الخصائص التي تم تطويرها للمجهر المبتكر ستمنح وسيلة جديدة في البيولوجيا الجزيئية للمساعدة على فهم أكثر عمقا لمكونات الخلية.

المصدر:-

www.sciencedaily.com(Nov22.2010)

جينوم قرد الشمبانزي



د. محمد بن عوض الجوهي

يصنف الشمبانزي (Chimpanzee) ضمن مملكة الحيوانات وشعبة الفقاريات من صنف الثدييات (ترضع صغارها بالحليب)، وهو من أنواع القرود، ولكنه أكبر حجماً، حيث يصل طوله إلى ١٦٠ سم و ويتراوح وزنه مابين ٣٠ إلى ٦٠ كيلوجراماً للذكور، أما الإناث فهي أصغر من ذلك.

يتصف الشمبانزي عموماً بطول الذراعين وقصر الساقين، و جسمه مغطى بالشعر ماعدا وجهه وهو يشبه الغوريلا، و لكنه أصغر منها في الحجم، يستطيع السير على قدميه و يحاكي الإنسان في حركاته و تصرفاته.

يعيش الشمبانزي في الغابات المفتوحة ذات الأشجار الضخمة التي تتساقط فيها الأمطار وفي المناطق الجبلية المليئة بالأشجار والأعشاب والمسطحات المائية في وسط القارة الإفريقية، مثل: السنغال، والكونغو، وتنزانيا، وأوغندا. ينشط الشمبانزي في فترات النهار للبحث عن الغذاء و التنقل من مكان إلى آخر، ويعد من آكلات الأعشاب، فهو يتغذى على أوراق الأشجار، و الفواكه، والعسل ، ولحاء الأشجار، و يأكل بعض الحشرات و الزواحف الصغيرة.



دراسة جينوم الشمبانزي

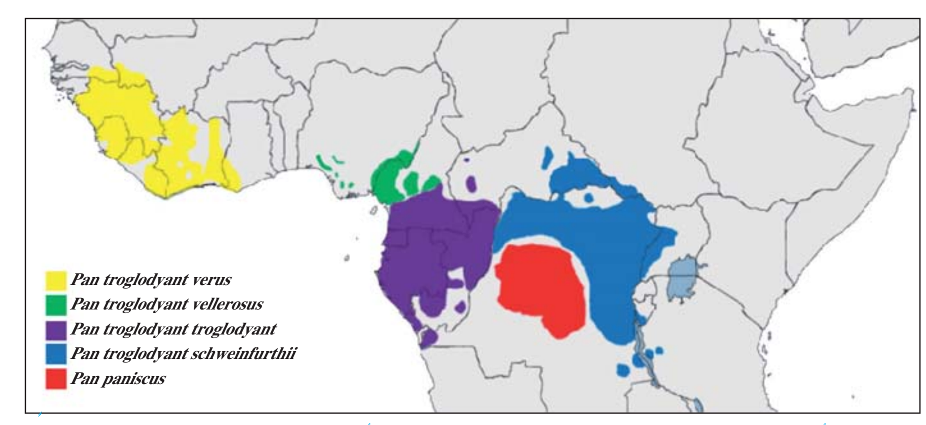
تم دراسة جينوم الشمبانزي باستخدام تقنية حديثة تعرف بتقنية البندقية للجينوم الكامل **(whole-genome shotgun)** اعتماداً على عينات أخذت من ذكر شمبانزي من غرب أفريقيا من صنف يدعى **(Pan troglodyant verus)**، واشترك في فك الخريطة الوراثية أربعة وعشرون مركزاً بحثياً وجامعة في دول مختلفة، منها: أمريكا، وايطاليا، والكيان الصهيوني وأسبانيا، غير أن معظم المراكز المشاركة في البحث كانت من الولايات المتحدة الأمريكية، خاصة جامعات هارفارد، ومعهد ماساتشوستس للتقنية **(MIT)**، وجامعة يال **(Yale)** في بنسلفانيا. وقد قام الفريق العلمي بمقارنة النتائج المتحصل عليها من الشمبانزي المختار مع أنواع أخرى من الشمبانزي الموجود في وسط إفريقيا و أماكن أخرى في إفريقيا؛ ليتمكن العلماء من مقارنة التغيرات الوراثية التي تحدث بين المجموعات المختلفة المتزاوجة فيما بينها للحيوان نفسه.

أهمية الدراسة

اكتسب الشمبانزي أهمية كبرى للتشابه في الشكل بينه و بين الإنسان، وعليه فإن معرفة خريطته الوراثية سوف تكون ذات فائدة عظيمة لدراسة إمكانية استخدامه كحيوان تجارب، واكتشاف تأثير بعض الأدوية و دراسة فسيولوجية بعض الأمراض التي تصيبه و مقارنتها بالأمراض التي تصيب الإنسان. ويقوم العلماء بدراسة الحالات المرضية الموجودة في الإنسان عن طريق حالات مرضية مشابهة عند الشمبانزي لتشابه الصفات الوراثية إلى حد كبير مع الإنسان. ويعكف بعض العلماء على دراسة إمكانية استخدام أعضاء من الحيوان ليتم زراعتها في الإنسان بعد التغلب على المشاكل المتواجدة حالياً من رفض الجسم للأعضاء الغريبة. كما أن التعرف على جينوم الشمبانزي يعد مهماً للحفاظ على بقاء هذا النوع من الحيوانات و التعرف على الأمراض التي تصيبه وإمكانية علاجها. كذلك يقوم علماء النفس بدراسة التصرفات التي يقوم بها الشمبانزي والطرق المستخدمة في تعليمه وتطويرها وقياس قدرات التعلم لديه ومقارنتها مع طرق التعليم عند الإنسان، وإمكانية الاستفادة من التطورات الحديثة في هذا المجال لذوي الاحتياجات الخاصة.

نتائج الدراسة

أفادت نتائج الأبحاث العلمية على جينوم الشمبانزي أن نسبة التشابه في المحتوى الوراثي بين الإنسان والشمبانزي تصل إلى ٩٤٪ ، ولكن هناك اختلافاً كبيراً في الشكل، والبروتينات، والصبغيات الوراثية (الكروموسومات) غير المنتجة للبروتينات. وعلى مستوى الصبغيات يتكون جينوم الإنسان من ٢٣زوجاً، بينما عدد



■ شكل (١): أماكن تواجد الشمبانزي في القارة الإفريقية موضحة بها كل نوع من أنواع الشمبانزي بالتصنيف اللاتيني المعتمد دوليا.

الصبغيات عند الشمبانزي ٢٤ زوجاً، أي بزيادة زوج واحد عن عدد صبغيات الإنسان، ولكن مع مقارنة وجوه التشابه و الاختلاف اتضح أن الصبغي رقم (٢) عند الإنسان يمثل إثنين من الصبغيات عند الشمبانزي تدعى **(A2 , B2)** بمعنى أنه يمكن أن يقال أن عدد الصبغيات عند الإنسان وعند الشمبانزي متعادلة إذا اعتبر أن هذين الصبغيين مكان **(B2 , A2)**، مكان الصبغي رقم (٢) عند الإنسان. وبالرغم التشابه المفترض في عدد الصبغيات إلا أنه يوجد اختلاف في تكوين كل الصبغيات بين الكائنين، حيث يوجد أجزاء من الصبغيات محذوفة في الإنسان ولكن غير محذوفة عند الشمبانزي، كما يوجد أجزاء من الصبغيات عند الإنسان انتقلت إلى جزء آخر في صبغي آخر عند الشمبانزي، بمعنى أنه هناك اختلاف في أجزاء صبغي بين الشمبانزي والإنسان بوجود إضافة أو حذف أو انتقال من مكان إلى مكان أخر في الصبغيات عند الشمبانزي مقارنة بالإنسان.

● **المورثات المونتجة للمركبات الوظيفية**

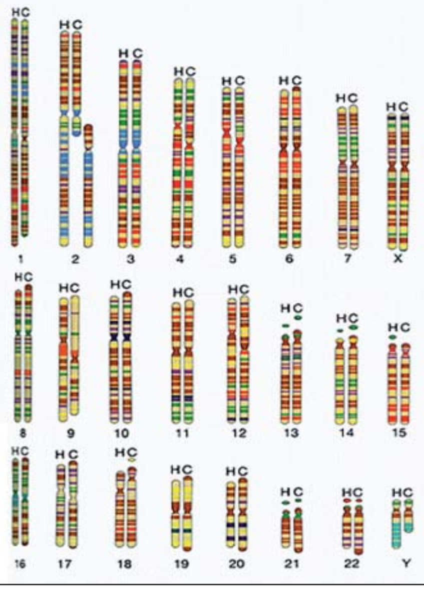
أوضحت مقارنة المورثات المنتجة للمركبات الوظيفية (البروتينات) عند الإنسان والشمبانزي أن معظم الوظائف الحيوية الداخلية للشمبانزي- مثل: الهضم، والإنزيمات المنظمة للهضم، والإنزيمات المتعلقة بوظائف الكبد و الكلى و البنكرياس والعمليات الدقيقة داخل الخلايا تتشابه كثيراً مع الإنسان، مما يجعل الشمبانزي كائناً مثالياً لدراسة تأثير الأدوية وتطور المرض عند الإنسان لتشابه الآلية الداخلية لكلا الكائنين. ومع التشابه الكبير في المورثات المنتجة للبروتينات عند كل منهما، إلا أن مجموع هذه المورثات لا يتجاوز ٣٠٪ تقريباً من مجموع الصفات الوراثية عند الإنسان.

● **المورثات غير المنتجة للمركبات الوظيفية**

يعتقد أن المورثات غير المنتجة للمركبات الوظيفية مسؤولية عن تحديد شكل الكائن الحي ولها وظائف أخرى لم يتم التعرف على عملها حتى الآن؛ ويوجد فيما بينها اختلاف كبير؛ فمثلاً يختلف التركيب الخلقي لتكوين مخ الإنسان عن التركيبة الخلقية لمخ الشمبانزي، فضلاً عن أن حجم مخ الإنسان يزيد عن حجم مخ الشمبانزي، كما أن تقسيم الوحدات المسؤولة عن بعض الوظائف في مخ الإنسان يختلف عن نظيرتها عن الشمبانزي.

الخلاصة

وجد العلماء اختلافاً في القدرة المناعية لكلا



■ شكل (٢): مقارنة بين صبغيات الإنسان (H) مع صبغيات الشمبانزي (C) و يوضح في الشكل صبغي رقم (٢) مع مثيله من الصبغيات عند الشمبانزي.

الكائنين (الشمبانزي والانسان)، مما يجعل من الممكن حدوث بعض الأمراض في إحداهما وعدم حدوثها في الآخر، ومن الأمثلة على ذلك مايلي:

١- يمكن للشمبانزي أن يحمل فيروس نقص المناعة ولكنه لايصاب بمرض الإيدز، بل يكون حاملاً للفيروس ويمكن أن ينقله إلى الإنسان.

٢- هناك بعض الأمراض التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان ولكنها لاتصيب الشمبانزي مثل: مرض الرعشة عند كبار السن، ومرض الحصبة و الملاريا، و سرطان الجلد، و بعض الأمراض الناتجة من الميكروبات الدقيقة.

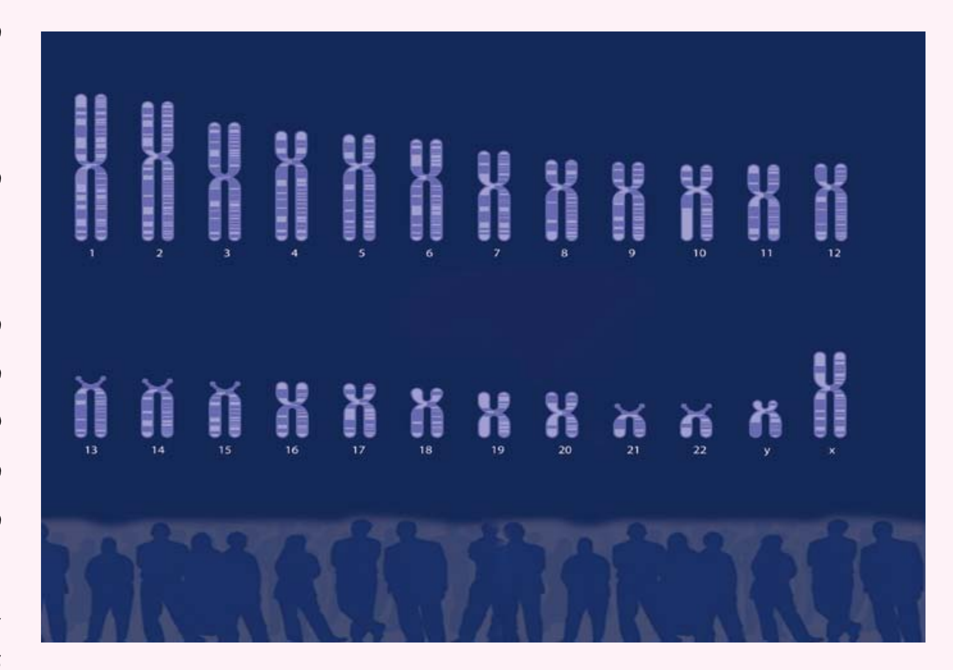
- لوحظ وجود أمراض تصيب الشمبانزي و لا تصيب الإنسان كالبكتيريا الكروية في الأمعاء **(Echerichia Coli K99 gastroenteritis)**.

تحديات

يواجه العلماء تحديات كبيرة فيما يتعلق بنقل أعضاء من الشمبانزي لإنقاذ حياة الإنسان مثل:قيام بعض العلماء من جامعة تولن **(Tulane University)** الأمريكية عام ١٩٦٠م بمحاولة لنقل كلية من شمبانزي إلى طفل في الثانية عشر من عمره، حيث تمكن جسم الطفل من العيش فترة تسعة أشهر، و لكنه توفي بسبب إصابته بميكروبات ممرضة. وخلال الفترة بين ١٩٦٠ -١٩٧٠ م كانت هناك محاولات عدة لنقل أعضاء من الشمبانزي أو القردة من فصيلة البابون إلى أشخاص مصابين بأمراض تستوجب نقل أعضاء لهم، ولكن لم يكن هناك نجاح ملحوظ في مثل هذا النوع من العمليات، وكان من أسباب الفشل وجود أجسام على سطح الخلايا تمكن الجهاز المناعي من التعرف عليها، كما أن من المشاكل المصاحبة لنقل الأعضاء من الحيوانات إلى الإنسان وجود ميكروبات دقيقة داخل جسم الحيوان لا تنشط إلا عند نقلها إلى الإنسان، و عليه فإن من التحديات التي تواجه العلماء هو البحث في إمكانية التغلب على هذه الصعوبات و إمكانية إنقاذ المصابين بأمراض مستعصية، وبحاجة إلى أعضاء بديلة أو الاستفادة من الخريطة الوراثية لبعض الحيوانات لإمكانية استخدامها في نقل الأعضاء إلى الإنسان.

الجينوم البشري

أ.د. ماهر محمد شحاته

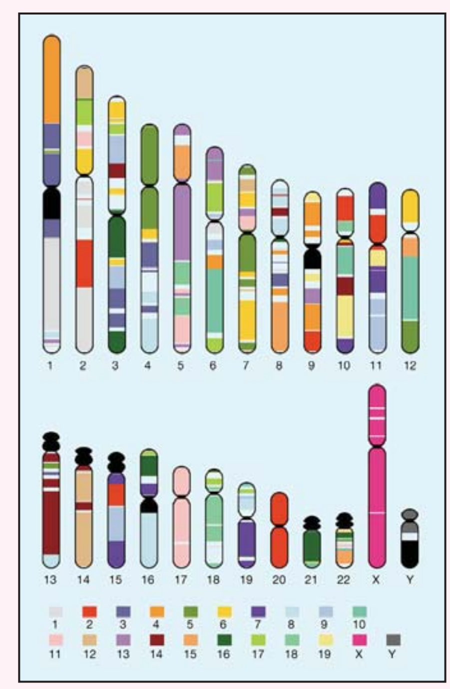


يتساءل الكثيرون عن سبب الضجة الإعلامية المرافقة للإعلان عن فك شفرة الجينوم البشري، المتمثلة في الاحتفالية التي شهدها العالم يوم الاثنين ٢٦ يونيو عام ٢٠٠٠م، في الغرفة الشرقية بالبيت الأبيض الأمريكي، حين أعلن الرئيس الأمريكي الأسبق «بيل كلينتون» ورئيس الوزراء البريطاني الأسبق «توني بلير» عن الانتهاء من مسودة خريطة الجينوم البشري، وما معنى الجينوم البشري؟، وما أهداف مشروعه الذي يصفه البعض بأنه أهم إنجاز علمي في التاريخ، وكذلك التساؤل عما ستؤدي إليه معرفة تلك الخريطة الوراثية، وهل أن ذلك هو الأمل الكبير في عالم الطب للقضاء نهائياً على الأمراض البشرية المستعصية، مثل: السرطان وأمراض الشيخوخة؟، وما علاقة ذلك بعلاج الأمراض قبل ظهور أعراضها؟ وهو ما يمكن أن توضحه البطاقة الشخصية لمورثات كل شخص؛ لأنه كتاب الحياة الذي من خلاله يمكن أن يتعرف البشر على طبيعة خلقهم المادية التي أودع الله سرها في هذه التركيبة الكيميائية (الدنا).

منذ ذلك التاريخ بدأ التنافس والسباق المحموم للمراكز العلمية وشركات التقنية الحيوية والهندسة الوراثية على المستوى العالمي لاستخدام مخرجات الجينوم البشري لتشخيص الأمراض الوراثية، والبحث عن عقاقير تعمل على مستوى المورثات وتركيبها. وبدأت المراكز العلمية المتخصصة محاولة معرفة وظيفة كل مورث والبروتين القائم على تشفيره في الإنسان وفي الكائنات الأخرى؛ بهدف إمكانية تصحيح وظيفة عمل مورث ما في الإنسان باستبداله بشبيهه في كائن آخر، ومن ذلك التوصل إلى حلول للأمراض الوراثية التي استسلم لها الجنس البشري منذ الأزل. ويراود طموح العلماء في هذا المجال أمل الإجابة على الكثير من الأسئلة المحيرة التي استعصت على عقولهم عقوداً من الزمن.

خلق الله الإنسان من نطفة، فقد قال الله تعالى (إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرا) الإنسان آية (٢)، وفي آية أخرى (وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن سُلَالَةٍ مِّن طِين ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِين ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظَامًا فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ) المؤمنون آية (١٢-١٤). والنطفة ثلاثة أنواع: الأول نطفة مؤنثة، وهي: البويضة (Ovum) التي يفرزها المبيض في المرأة مرة واحدة كل شهر، والثاني نطفة مذكرة، وهي: الحيوانات المنوية (Sperms) في الرجل، الثالث نطفة أمشاج (Zygote)، وهى النطفة المختلطة من الحيوان المنوي الذي لقح البويضة، وهنا تتكاثر النطفة الأمشاج أو الخلية الأم وتنقسم إلى خليتين متماثلتين، يقومان بالتكاثر فيصبحان أربع خلايا، فثمانية، فستة عشر وهكذا. حتى تتحول إلى علقة تعلق بجدار الرحم والتي تتحول إلى مضغة غير مخلقة، أي كتلة من الخلايا البشرية. وعن طريق الخريطة المحفوظة على شريط الدنا تصدر الأوامر إلى هذه الخلايا لتتشكل وتتجمع تبعاً لوظائفها لتكون جنيناً كاملاً، فتبارك الله أحسن الخالقين. لكن يجب أن يتضاعف الدنا في داخل الخلية المشيج أولاً قبل أن تتضاعف الخلية، ومن المعلوم أن الدنا يوجد في أنوية جميع الخلايا باستثناء كرات الدم الحمراء حيث لا يوجد فيها نواة.

يتكون الصبغي من كروماتيدتين يفصلهما السنترومير الذي يحدد ذراعي الصبغي أحدهما قصير (p) والآخر طويل (q)، وهو عبارة عن قطعة طويلة من شريط مزدوج من الدنا والذي يجدل ويغزل بشكل متقن لتكون قطع مستطيلة الشكل تشبه العصي الصغيرة. يوجد في الخلية البشرية ٤٦ صبغي. على شكل أزواج كل زوج عبارة عن صبغيين متشابهين مصدر إحداهما الأب والآخر من الأم، أي أن نصف عدد الصبغيات الـ ٤٦ من الأب والنصف الآخر من الأم. وكل زوج من هذه الأزواج المتطابقة يعطيه العلماء رقماً يميزه عن الآخر ابتداء برقم واحد للزوج الأول وانتهاء بالرقم ٢٣ للزوج الأخير.



■ صبغيات الإنسان.

يعد الزوج رقم ٢٣ ذو خاصية مهمة من ناحية تحديد الجنس (الذكورة والأنوثة) لذلك يطلق عليه الزوج الجنسي (الصبغيات الجنسية)، وفي المقابل يطلق على بقية الأزواج من ١ إلى ٢٢ الأزواج غير الجنسية (الصبغيات الذاتية) وذلك تمييزاً لها. وبمقارنة الزوج الجنسي بين الرجال والنساء (الذكور والإناث) يتضح أن الصبغيات من الجنسين في الزوج الجنسي عند الإناث - تقريباً - متطابقان (متشابهان بدرجة عالية في الشكل والطول) وكل واحد منهما يرمز إليه بالحرف (X). بينما الصبغيان في الزوج الجنسي لدى الذكور مختلفان فواحد منهما يرمز له بالحرف (X) وهو يشبه صبغي الإناث، بينما الآخر مختلف وأقصر ويرمز إليه بالحرف (Y).

تحدث الأمراض الوراثية عن طريق تغيرات إما في الصبغيات أو في المورثات، وقليل من هذه الأمراض تحدُث فيه تغيرات شديدة في الصبغيات يمكن اكتشافها بالميكروسكوب الضوئي (مثل فقد أو اكتساب صبغي أو كسر جزء منه أو انتقال جزء من صبغي إلى آخر)، أما معظم الأمراض الوراثية فتحدث نتيجة لتغير طفيف في المورثات، يعرف بالطفرة (Mutation)، والتي تتطلب دراستها وفهمها استخدام العديد من التقنيات الحديثة.

الجينــــــوم

يعد الجينوم وثيقة جبارة كتبها الله تعالى في الكائن الحي، يضاف إليها باستمرار وتحمي وتعدل كتابتها لبلايين السِّنين، ويخفي الله تعالى سر إبداعه في الجينوم. فكل مورث معقد التركيب، إذ يتكون من مناطق فعالة تسمّى إكسونات (Exons) (تشفر البروتينات) تتخللها مناطق غير فعَّالة تسمّى إنترونات (Introns) (لاتشفر البروتينات) تتكرر وتطول بطرق غريبة تؤثر على قطع المورث الفعّالة. يختلف حجم الجينوم في الكائنات الحية المختلفة، فمثلاً كل جينوم بشري يحتوي على ٣,٢ بليون قاعدة (نيوكليوتيدة)، وفي بعض الأسماك يبلغ حجم الجينوم ١٣٠ بليون قاعدة. تحتوي كل نسخة من الجينوم على مئات الآلاف من المورثات.

توجد فوارق بسيطة بين مورثات الأم والأب فيما يتعلق بلون العين، والبشرة، والشعر، والطول وغير ذلك. وأن ٩٧٪ من الجينوم يتألف من أجزاء غير مشفرة تتفاوت أطوالها فقد تكون قصيرة أو طويلة، وقطع وراثية متنقلة (قافزة) (Transposons) من مكان إلى آخر على مورثات الصبغي، أو تُرسِل نُسَخاً منها إلى المواقع الجديدة أو تهبط وسط المورثات العاملة فتغير نشاطها. الجدير بالذكر أن القطع الوراثية القافزة تم اكتشافها بواسطة العالمة **«بربارا ماكلينتوك»** في الأربعينات من القرن الماضي، حيث كان عملها مُنصبّاً على حبوب الذرة، فلاحظت تغييرات في اللون نتيجة التشوهات التي سببتها المورثات القافزة. أما في الإنسان فقد سبّبت هذه المورثات مرض نزيف الدم أو الهيموفيليا لهبوطها على المورثات التي تشفر عامل التخثر وغيرها.

يعطي الأب أثناء عملية التزاوج نسخة واحدة من الجينوم وكذلك الأم، ولكنَّ قِطَعاً متماثلة من الصبغيات الأبوية والأنثوية تتبادل فيما بينها (عملية العبور الوراثي) قبل أن تصبح صبغيات جديدة (متحدة)، أي أنّ بعض المورثات الأبوية مثلاً الموجودة في صبغيات أبويه معيّن يذهب إلى مماثله في الأم والقطعة المتماثلة في صبغي الأم تذهب إلى صبغي الأب.

مشروع الجينــــوم البشري

ظلت وزارة الطاقة الأمريكية (DOE) والهيئات الحكومية التابعة لها مسؤولة، ولمدة تقارب الخمسين سنة، عن البحث بعمق في الأخطار المحتملة على صحة الإنسان نتيجة لاستخدام الطاقة والتقنيات المولدة لها، مع التركيز بصورة خاصة على تأثير الإشعاع الذري على البشر، حيث كان لها الفضل حالياً في معرفة التأثيرات الصحية الضارة للإشعاع على أجسام البشر، الذي نتج عن الأبحاث التي دعمتها هذه الوكالات الحكومية. خاصة فيما يتعلق بالدراسات طويلة المدى التي أجريت على الناجين من القنبلتين الذريتين اللتين ألقيتا على مدينتي «هيروشيما» و«نجازاكي» اليابانيتين أثناء الحرب العالمية الثانية، بالإضافة إلى العديد من الدراسات التجريبية التي أجريت على الحيوانات.

في عام ١٩٨٤م، وفي اجتماع مشترك بين وزارة الطاقة الأمريكية واللجنة الدولية للوقاية من المطفرات (Mutagens) و المسرطنات (Carcinogens) البيئية، طرح لأول مرة بصورة جدية سؤال حول إمكانية تسلسل (Sequence) الجينوم البشري؟ وهل يمكن تطوير تقنية تجعل من الممكن الحصول على نسخة دقيقة (كلمة بكلمة) للمخطوطة الوراثية الكاملة لإنسان؛ وبالتالي التوصل إلى مفتاح اكتشاف التأثيرات المطفرة الخادعة للإشعاع وللسموم المسببة للسرطان.

وعليه شهد عام ١٩٨٥م، التجهيز لمشروع الجينوم البشري بخطى بطيئة بمشاركة علماء ثماني عشرة دولة من دول العالم، منها أمريكا، وكندا، وروسيا، واليابان، وبريطانيا، وفرنسا، وإيطاليا، وألمانيا، وهولندا، والدنمارك، والسويد، والصين، واليابان، وإسرائيل. ولكن مع الأسف لم تشترك أي دولة عربية في هذا المشروع. وقد تعهدت أمريكا بإتمام المشروع، كما تكفلت بالقدر الأعظم من التكاليف، حيث قام المركز القومي لأبحاث الجينوم البشري (NHGRI)، والمعهد القومي للصحة (NIH)، وهيئة الطاقة (DOE) بالإشراف على المشروع، وفي سبتمبر عام ١٩٨٨م، عقد في سويسرا أول اجتماع بشكل رسمي للمجلس التأسيسي لمنظمة الجينوم البشري (HUGO)، وذلك للمساعدة في تنسيق بحوث الجينوم البشري دولياً، وتعزيز تبادل المعلومات والتقنية، وتشجيع الدراسات الجينومية على كائنات أخرى غير الإنسان، مما شكل منظمة أمم متحدة للجينوم البشري.

وفي أكتوبر عام ١٩٩٠م، بدأ هذا المشروع رسمياً وخطط له أن ينتهي في عام ٢٠٠٥م. لكن دعم المشروع مالياً وتقنياً وكذلك المشاركة الفعالة من عدة دول جعل له أثرًا كبيرًا في التنافس مما سرّع في خطواته وأدى إلى اكتماله والانتهاء منه ونشره كأطلس وراثي للخصائص والصفات البشرية في مساء ٢٦ يونيو من عام ٢٠٠٠م.

أهداف المشروع

تتلخص أهداف المشروع فيما يلي:

- التعرف على المورثات في الإنسان.
- تحديد تسلسل النيوكليوتيدات المكونة للمورثات.
- تخزين المعلومات في قاعدة بيانات (Database).
- تحليل المعلومات والبيانات.
- تطوير الأدوات اللازمة لتحليل البيانات.
- تحويل التقنيات المستخدمة إلى القطاع الخاص للاستفادة منها.
- متابعة الإصدارات الأخلاقية والقانونية والاجتماعية للمشروع (وهي من الخصائص التي تميز مشروع الجينوم البشري الأمريكي عن غيره من المشاريع المشابهة في جميع أنحاء العالم).

ولكي يتمكن العلماء من تحقيق الأهداف السابقة فقد اقترحوا ونفذوا رسم خرائط وراثية لخمسة نماذج هي: بكتيريا القولون *(E. coli)*، وفطر الخميرة *(Saccharomyces cerevisiae)*، وذبابة الفاكهة *(Drosophila melanogester)*، ودودة الربداء الشيقة *(Caenorhabditis elegans)*، والفأر *(Mus musculus)*. واضعين في الاعتبار أن هذه الدراسات المقارنة ستمكن العلماء من الوصول إلى معلومات مهمة عن تطور الكائنات الحية، والعمليات الحيوية الكيميائية والوراثية، والوظائف الفسيولوجية.

كذلك طور العلماء أهدافهم المرحلية في وقت لاحق، وأضافوا هدفًا جديدًا وهو التعرف على الاختلافات الفردية في الجينوم بين شخص وآخر، حيث اكتشفوا أنه رغم أن أكثر من ٩٩٪ من الدنا في الإنسان متشابهة في كل البشر فإن التغيرات الفردية قد تؤثر بشكل كبير على تقبل الفرد للمؤثرات البيئية الضارة، مثل: البكتيريا، والفيروسات، والسموم، والمواد الكيميائية، والأدوية والعلاجات المختلفة، كما طور العلماء العاملون في هذا المشروع وسائلهم لاكتشاف هذه الاختلافات، فوجدوا أن أكثر هذه الاختلافات شيوعًا هو ما يسمى بالاختلاف النيوكليوتيدي الفردي (اختلاف في نيوكليوتيدة واحدة في مكان محدد على المورث Single nucleotide polymorphisms) (SNPs). ويتكرر هذا الاختلاف مرة واحدة تقريباً كل (١٠٠-٣٠٠) قاعدة نيتروجينية أو أكثر.

يعتقد العلماء أن رسم الخريطة الوراثية ستساعدهم على التعرف على المورثات المختصة بالأمراض المختلفة، مثل: السرطان، والسكر، وأمراض الأوعية الدموية، والأمراض العقلية، وقد قام العلماء -للتعرف على وظائف المورثات المختلفة للإنسان- بمحاولة تحضير نسخ كاملة من الحمض النووي الدنا المكمل (cDNA) (باستخدام الرنا المراسل كقالب في وجود إنزيم النسخ العكسي الذي يحول الرنا المراسل إلى الدنا المكمل)، وكذلك دراسة الطرق التي تتحكم بعمل المورث وكيفية عمله.

اهتم المشروع بتأثير الطفرات المختلفة على عمل المورثات عن طريق استحداث الطفرات المختلفة التي تؤدي إلى فقد أو تغير الوظيفة على الحيوانات المختلفة داخل المعامل العلمية. كما اهتم المشروع بدراسة أوجه التشابه في تركيبة الدنا بين الأحياء المختلفة.

طريقة الدراسة

قام الفريق الحكومي باستعمال خلايا الدم والنطاف، حيث جمع عينات من الذكور (الحيوانات المنوية) والإناث (دم) من أفراد مختلفة من العاملين في القطاع الحكومي وبعض المتطوعين من عدة دول، ومن ثم فصلوا كل صبغي من عدد ٢٤ صبغياً (٢٢ صبغياً جسدياً بالإضافة إلى الصبغيين الجنسيين X، Y)، ثم أخذ العلماء كِسَرا (قطعا) (شدفا) صغيرة من دنا كل صبغي من الصبغيات، وعينوا تسلسل قواعد الدنا في كل كِسَرَة من الكِسر، وقاموا -أخيراً- بمقارنة وربط تسلسل هذه الأسس في

نهايتي كل جزء من أجزاء الصبغي الواحد؛ وبالتالي تم تدريجياً وببراعة سَلسَلة القطع المختلفة لكل مورث من المورثات، ثم سلسلة المورثات لكل صبغي بكامله.

أما المشروع الخاص فقد بدأته شركة «سيليرا» حيث سلكت طريقاً أقصر، وذلك بتمزيق المجموعة الصبغية كلها دفعة واحدة؛ وكذلك تقطيع المورثات كلها وفي آن واحد إلى شدف (قطع)، ثم الاعتماد على أجهزة الكمبيوتر (الحاسوب) لبناء الجينوم بكامله بدءاً من تلك الشدف. وكما يقول «**كلمان**» مدير تخطيط السياسات في شركة سيليرا: «تم التركيز على القدرة الحاسوبية باستعمال خوارزميات لسَلسَلة البيانات (المعطيات)، فالميزة هنا ذات شقين الفعالية والسرعة».

حل شفرة الصبغيات ونشرها

كان أول صبغي بشري تم فك شفرته ونشره بالكامل هو الصبغي رقم ٢٢، وقد تم ذلك في إنجلترا في ديسمبر عام ١٩٩٩م، وتحديداً في مركز «سانجر» بمقاطعة كمبردج. وتلى ذلك فك الشفرة ونشرها بالمجلات العلمية. وآخر تسلسل نشر عام ٢٠٠٦م للصبغي رقم١. ويوضح الجدول(١) عدد الصبغيات البشرية وعدد المورثات والقواعد المكونة لكل منها.

الصبغي	عدد المورثات	العدد الكلي للقواعد	القواعد التي درست
١	٤,٢٢٠	٢٤٧,١٩٩,٧١٩	٢٢٤,٩٩٩,٧١٩
٢	١,٤٩١	٢٤٢,٧٥١,١٤٩	٢٣٧,٧١٢,٦٤٩
٣	١,٥٥٠	١٩٩,٤٤٦,٨٢٧	١٩٤,٧٠٤,٨٢٧
٤	٤٤٦	١٩١,٢٦٣,٠٦٣	١٨٧,٢٩٧,٠٦٣
٥	٦٠٩	١٨٠,٨٣٧,٨٦٦	١٧٧,٧٠٢,٧٦٦
٦	٢,٢٨١	١٧٠,٨٩٦,٩٩٣	١٦٧,٢٧٣,٩٩٣
٧	٢,١٣٥	١٥٨,٨٢١,٤٢٤	١٥٤,٩٥٢,٤٢٤
٨	١,١٠٦	١٤٦,٢٧٤,٨٢٦	١٤٢,٦١٢,٨٢٦
٩	١,٩٢٠	١٤٠,٤٤٢,٢٩٨	١٢٠,٣١٢,٢٩٨
١٠	١,٧٩٣	١٣٥,٣٧٤,٧٣٧	١٣١,٦٢٤,٧٣٧
١١	٣٧٩	١٣٤,٤٥٢,٣٨٤	١٣١,١٣٠,٨٥٣
١٢	١,٤٣٠	١٣٢,٢٨٩,٥٣٤	١٣٠,٣٠٣,٥٣٤
١٣	٩٢٤	١١٤,١٢٧,٩٨٠	٩٥,٥٥٩,٩٨٠
١٤	١,٣٤٧	١٠٦,٣٦٠,٥٨٥	٨٨,٢٩٠,٥٨٥
١٥	٩٢١	١٠٠,٣٣٨,٩١٥	٨١,٣٤١,٩١٥
١٦	٩٠٩	٨٨,٨٢٢,٢٥٤	٧٨,٨٨٤,٧٥٤
١٧	١,٦٧٢	٧٨,٦٥٤,٧٤٢	٧٧,٨٠٠,٢٢٠
١٨	٥١٩	٧٦,١١٧,١٥٣	٧٤,٦٥٦,١٥٥
١٩	١,٥٥٥	٦٣,٨٠٦,٦٥١	٥٥,٧٨٥,٦٥١
٢٠	١,٠٠٨	٦٢,٤٣٥,٩٦٥	٥٩,٥٠٥,٢٥٤
٢١	٥٧٨	٤٦,٩٤٤,٣٢٣	٣٤,١٧١,٩٩٨
٢٢	١,٠٩٢	٤٩,٥٢٨,٩٥٣	٣٤,٨٩٣,٩٥٣
X	١,٨٤٦	١٥٤,٩١٣,٧٥٤	١٥١,٠٥٨,٧٥٤
Y	٤٥٤	٥٧,٧٤١,٦٥٢	٢٥,١٢١,٦٥٢
المجموع	٣٢,١٨٥	٣,٠٧٩,٨٤٣,٧٤٧	٢,٨٥٧,٦٩٨,٥٦٠

■ جدول (١) الصبغيات البشرية وعدد المورثات والقواعد المكونة لها في الجينوم البشري الكلي.

نشر مسودة الجينوم البشري

اكتمل المشروع ونشر في مجلتين من أفضل المجلات العلمية المرموقة وهما مجلة الطبيعة (NATURE) البريطانية في عددها الصادر في ٢٠٠١/٢/١٥م، ومجلة العلوم (SCIENCE) الأمريكية في عددها الصادر بتاريخ ٢٠٠١/٢/١٦.

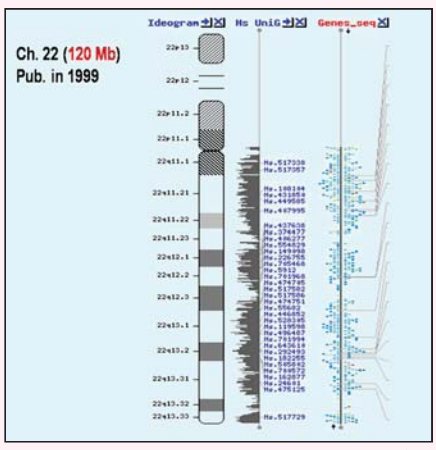
وبلغ حجم الجينوم ٣,٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠ قاعدة، وعدد المورثات ٣٢,٠٠٠ مورث.

وبعد ذلك وضعت النتائج في قواعد المعلومات العالمية. وهناك ٣ قواعد معطيات للبيانات المجينية مدعومة من وزارة الطاقة الأمريكية، وهي قاعدة المعطيات المجينية (GDP)، قاعدة المعطيات المتعلقة بسلسلة المجين (GSDB)، والمركز الوطني للموارد المجينية. وتعمل هذه القواعد جنباً إلى جنب لتوفر لجميع العلماء فرصة الوصول إلى الجينوم البشري. وتلى ذلك إنشاء قاعدة معطيات موحدة يرجع إليها العلماء

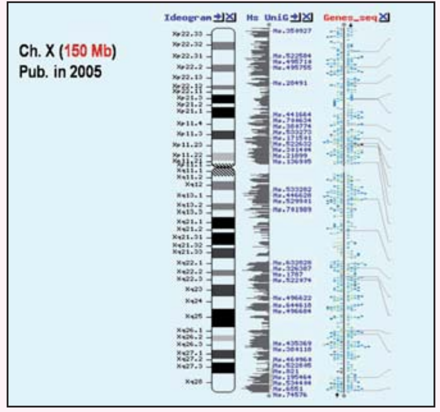
■ كيفية دراسة تسلسل الجينوم البشري.

والباحثون والأطباء لاستقصاء المعلومات عن أي مورث يهمهم.

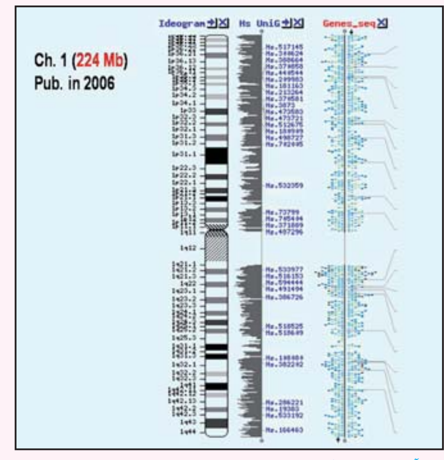
وتوضح الأشكال التالية عدد وتوزيع المورثات وحجمها على أول وآخر صبغي تم نشره، بالإضافة إلى الصبغي الجنسي.



■ أول صبغي (الصبغي رقم ٢٢) تم نشر تسلسله عام ١٩٩٩م، وتوزيع الجينات على ذراعه القصير (p) والطويل (q).



■ الصبغي الجنسي (X) الذي تم نشر تسلسله عام ٢٠٠٥ م، وتوزيع الجينات على ذراعه القصير (p) والطويل (q).



■ آخر صبغي (الصبغي رقم ١) تم نشر تسلسله عام ٢٠٠٦ م، وتوزيع الجينات على ذراعه القصير (p) والطويل (q).

نتائج المشروع

أدى اكتمال المشروع وظهور الجينوم البشري إلى حيز الوجود إلى تحقق عدد من النتائج، منها:

١- رسم الخارطة الوراثية للكثير من الحيوانات والنباتات والحشرات. وقد ركز العلماء على جينومات بعض الحيوانات القريبة الشبه من الإنسان ومنها الشمبانزي، واستغلالها في دراسة وفهم العديد من العمليات الحيوية والمرضية، واكتشفوا أن هذه الخرائط الوراثية مفيدة لأن الجينومات الحيوانية قريبة الشبه من الجينومات البشرية. تمكن العلماء أيضاً من التعرف على الأصول المشتركة (الأسلاف) للحيوانات والإنسان. وفيما يتعلق بالأمراض التي تصيب الحيوانات، فإن العلماء يأملون أن يقودهم الفهم الأفضل لدنا الحيوانات إلى علاجات طبية مهمة.

٢- عمل خريطة لتحديد موقع كل المورثات البشرية ومعرفة تسلسل الثلاثة بلايين قاعدة الموجودة بالجينوم البشري.

٣- عمل خريطة وسلسلة جينومات لخمسة كائنات أخرى (بكتيريا القولون، الخميرة، دودة الربداء الرشيقة، ذبابة الفاكهة، والفأر)، وقد تم العثور على مورثات بشرية تتشابه مع مورثات موجودة في هذه الكائنات، ومستقبلا ستتم محاولة فهم المزيد والمزيد من وظائف هذه الجينات من خلال التعرف عليها في الكائنات الأخرى.

٤- تطوير نظم قواعد المعلومات من أجل تخزين وتجميع البيانات وتحليلها حتى تتاح لكل الباحثين، من أجل التعرف على كل مورث وفهم وظيفته وتركيبه، وقد ساعد المشروع على تطوير طرق البحث في مجال تطوير الطرق المستخدمة في دراسة تسلسل الجينوم للوصول إلى تقنية آمنة يمكنها أن تسلسل بدقة مئات الآلاف أو ملايين من القواعد في اليوم الواحد.

أهم تطبيقات المشروع

غير مشروع الجينوم البشري والأبحاث التي تلته نظرة العلماء والباحثين إلى المورثات وأجزاء الدنا التي لا تحمل شفرة، حيث تركز الأبحاث حالياً عليها والبحث عن أدوارها وأهميتها في الخلية، فقد أصبحت تسترعي المزيد من الاهتمام لدورها الواضح في نقل الصفات الوراثية.

وعليه فإن المشاريع المستقبلية ومناطق البحث المرتبطة بمشروع الجينوم البشري، هي مشاريع بلا نهاية، ينفق عليها الملايين من الدولارات مثل مشروع «اينكود» المخصص لتحديد دور كل جزء منفرد من الدنا في الجينوم البشري. وبما أن المعلومات المتمخضة عن مشروع الجينوم البشري والمشاريع المرتبطة به سوف تقود الى تقدمات طبية مهمة وإيجاد علاجات للكثير من الأمراض، فإنه من الممكن أن يستغرق العلاج الجديد أعواماً عديدة لتطويره، كما أنه لا يمكن الفهم بصورة كاملة العمل الداخلي للدنا إلا بعد عقود، على الرغم من كل هذه الاكتشافات المثيرة وتلك التي في انتظارنا، كما أن التغيرات السريعة في التعرف على المورثات ربما تكون مرتبطة بذلك الفهم. ومن أهم التطبيقات مايلي:

١- **تحديد وظائف بعض المورثات**: مثل :-
- مورث البصمة على الصبغي رقم (٨).
- مورث فصائل الدم على الصبغي رقم (٩).
- مورث تكوين الإنسولين على الصبغي رقم (١١).
- مورث تكوين الهيموجلوبين في الدم على الصبغي رقم (١١).
- مورث العمى اللوني على الصبغي الجنسي (X).
- مورث الهيموفيليا على الصبغي الجنسي (X).

٢- **تطوير أدوية ومعالجات جديدة**: مثل:-
- معرفة المورثات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.
- معرفة المورثات المسببة لعجز الأعضاء عن أداء وظائف الجسم.
- صناعة العقاقير.
- الوصول لعقاقير بلا آثار جانبية.
- تطوير عقاقير ومعالجات جديدة.
- دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنتها بالجينوم البشري.
- تحسين النسل من خلال التعرف على المورثات المرضية في الجنين قبل ولادته.

٣- **الطب الجزيئي**: ويشمل:-
- تحسين تشخيص الأمراض.
- الاكتشاف المبكر للاستعداد للإصابة بالأمراض الوراثية.

- معالجة المورثات وأنظمة التحكم للأدوية.
- علم الأدوية المجيني، تصميم أدوية تستهدف أمراضاً وراثية بعينها.

٤- الجينوميات الجرثومية: وتشمل:-
- مصادر جديدة للطاقة (الوقود الحيوي).
- مراقبة البيئة لاكتشاف الملوّثات.
- الوقاية من الحرب البيولوجية والكيميائية.
- التخلص من النفايات السامة بطرق مأمونة وفعّالة في الوقت نفسه.
- فهم القابلية للتعرض للأمراض.
- الكشف عن الأهداف الحيوية التي يجب أن تستهدفها الأدوية الجديدة.
- تقييم التلف الصحي والمخاطر الناتجة عن التعرض للإشعاع.
- تقييم التلف الصحي والمخاطر الناتجة عن التعرض للكيميائيات المطفرة والسموم المسببة للسرطان.
- تقليل احتمالية التعرض للطفرات الوراثية.

٥- الدراسات السكانية والأنثروبولوجية: مثل:-
- التطور في السلالات البشرية المختلفة.
- أنماط هجرة المجموعات السكانية المختلفة استناداً إلى التوريث الوراثي للإناث.
- طفرات الصبغي (Y) لتتبع السلالات وأنماط هجرة الذكور.

٦- الطب الشرعي: ويشمل:-
- التعرف على المشتبه بهم المحتملين التي قد يطابق الدنا الخاص بهم الأدلة الموجودة في مسرح الجريمة.
- تبرئة الأشخاص المتهمين بالخطأ في الجرائم.

التحقق من علاقات البنوّة وغيرها من قضايا النسب.
- تحقيق التوافق النسيجي بين المتبرع والمتلقي في برامج زراعة الأعضاء.

٧- الزراعة، وتربية الحيوان، والمعالجة البيولوجية: وتشمل:-
- التعرف على الأنواع الحية المهددة بالانقراض والمحمية كمساعدة لمسؤولي هيئات حماية الحياة البرية (ويمكن استخدامها في ملاحقة منتهكي قوانين حماية الحياة البرية).
- التعرف على البكتيريا وغيرها من الجراثيم التي قد تلوّث الهواء، أو الماء، أو التربة أو الغذاء.
- تحديد نسب البذور أو الماشية في برامج التهجين.
- المحاصيل المقاومة للأمراض، والحشرات، والجفاف.
- حيوانات المزرعة الصحيحة، والأكثر إنتاجاً، والمقاومة للأمراض.
- منتجات زراعية أكثر فائدة غذائية.
- المبيدات الحشرية البيولوجية.
- اللقاحات التي يمكن أكلها، ومن ثم دمجها في المنتجات الغذائية.
- استخدامات بيئية جديدة لتنقية النباتات مثل التبغ.

تطبيقات مستقبلية

من أهم التطبيقات المستقبلية للجينوم البشري مايلي:

● **السرطان**

كان من أهم مخرجات مشروع الجينوم البشري المشروع الذي ركز على كشف الشفرة الوراثية للسرطانات المختلفة. ويسمح رسم التتابع الجينومي للسرطان للعلماء والأطباء باكتشاف مدى التحولات التي تسهم في الإصابة بالسرطان مما يقود في نهاية المطاف إلى تحقق أفضل لأساليب علاج السرطان. وقد كان أول جينوم متكامل للسرطان هو جينوم سرطان الدم (اللوكيميا) وهو نوع شديد من السرطان يبدأ في نخاع العظم وقد قاد إلى رسم تعاقب متوازي كلياً تم من خلاله مقارنة الدنا العادي وللمصاب بالسرطان وتفحص التغيرات التي حدثت بينهما. وإذا ما أثبت جينوم السرطان الافتراض القائل أن أي ظهور للسرطان يؤدي لتحولات فريدة في كل شخص على حدة، فإن الأطباء قد يصبحوا قادرين مستقبلاً على ترتيب علاجات لكل مريض على حدة.

● **الجينومات الدوائية**

بوسع العلماء حالياً أن يتصوروا ما سيكون عليه حال صناعة الدواء في المستقبل القريب. فشركات الأدوية مثلاً تجمع المعلومات الوراثية التقنية الخاصة بسر الصنعة لإنتاج أدوية مخصصة لمورثات معينة، وهو مسعى يعرف بالجينومات الدوائية (Pharmacogenomics). ففي السنوات المقبلة قد يصبح بمقدور الصيدلاني الذي تتعامل معه أن يعطيك شكلاً خاصاً لدواء ضغط الدم حُضِّر على أساس سِماتك الوراثية المتفردة، في حين أن الشخص الذي يليك في الدور سيتلقى شكلاً مغايراً للدواء نفسه. وهنالك شركات أخرى تسارع حالياً باستنباط اختبارات للدم قد تكشف عن طفرات وراثية مرضية غير ظاهرة (نائمة)، تتكهن باحتمالات انهيار صحتك عن طريق الإصابة بأمراض مثل مرض هنتنجتن (Huntington). ولايزال بعض العلماء يأمل بنجاح المعالجة الوراثية، أي إضافة مباشرة لمورث صحيح إلى جسم المريض. وتنبأ «**فنتر**» رئيس شركة سيليرا أن التعرف على الجينوم سيغير من الطريقة المتبعة في تجريب الأدوية، ويستهل حقبة جديدة كلياً من الأدوية المصممة لفرد بذاته. وحتى بوجود الجينوم البشري في متناول اليد، فإن صناعة الجينومات تواجه تحديات أساسية، فبعض هذه التحديات تقني، إذ إن معرفة البنية الكيميائية للمورث مثلاً شيء، وفهم وظيفتها الحقيقية شيء آخر مختلف كلياً.

خلاصة

إن الانحراف الأخلاقي في التعامل مع الجينوم البشري يأتي بالدرجة الأولى في حصر الاستفادة منه فيما يخص دول العالم المتقدم وإهمال بقية الشعوب خاصة تلك الشعوب التي تعاني من الأمراض الوراثية الكبيرة، كما أن فك الدلالات الوراثية للمجموعات البشرية مستقبلاً قد يجعل التفكير واردًا في اللعب بالمورثات البشرية، لذلك كان التحذير في المعاهدات واستحداث فقرة في المشروع ألا وهي متابعة الإصدارات الأخلاقية والتنظيمية والاجتماعية للمشروع حتى لا تنعدم الأخلاق فيكون هناك من يفكر في إعادة برمجة الجنس البشري أو يخلط بين الكائنات الحية.

جينوم الجمل العربي

د. محمد بن بروجي الفقيه



خلق الله سبحانه وتعالى الإبل وجعلها من المخلوقات العظيمة المتميزة عن غيرها من الكائنات الحية، ثم أمر الإنسان بالنظر والتدبر والتأمل في عجيب خلق هذا المخلوق المُعجِز للاستدلال على عظمة الخالق، واستشعار كمال قدرته، وحسن تدبيره، وبديع صنعه جلّ شأنه، ولقد ورد ذكر الإبل في القران الكريم في مواضع عديدة وبألفاظ مختلفة، قال تعالى في محكم كتابه (أَفَلَا يَنظُرُونَ إِلَى الْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ) (١٧) الغاشية. ولقد اهتم الرسول صلى الله عليه وسلم بالإبل وأثنى على أصحابها ونصح المسلمين بالاعتناء بها ورعايتها. روى ابن ماجه عن عروة البارقي رضي الله عنه أن النبي صلى الله عليه وسلم قال: (الإبل عز لأهلها والغنم بركة، والخير معقود في نواصي الخيل إلى يوم القيامة)، أخرجه البيهقي عن عروة البارقي، وصححه الألباني في صحيح الجامع.

نظراً لصفات الجمل المتميزة وقدرته على الاستفادة القصوى من الموارد الطبيعية المحدودة في المناطق الصحراوية الجافة وشبه الجافة والقاحلة، فقد لاقى الجمل في الآونة الأخيرة اهتماماً متزايداً على المستوى العالمي بعد أن اتضحت أهميته الاقتصادية مقارنة بالحيوانات المستأنسة الأخرى. ولكن على الرغم من الأهمية الاقتصادية الجليلة لهذا الحيوان، ورغم النداءات والتوصيات المتكررة لكثير من الندوات العربية والإقليمية والعالمية المختصة بالتنمية الزراعية لإعطاء الأولوية للأبحاث العلمية المتقدمة على هذا الحيوان، لم يحظ الجمل العربي بذات الاهتمام العلمي الذي لاقته الحيوانات المستأنسة الأخرى. ولذلك ليس مستغرباً أن يستمر افتقارنا للأبجديات العلمية اللازمة لفهم الآليات الحيوية التي تميز هذا الحيوان.

نتيجة لغياب كثير من المعلومات البيولوجية والوراثية الأساسية للجمل العربي فقد أطلقت **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** مبادرة بحثية سعودية بالتعاون مع معهد بكين لأبحاث الجينوم لدراسة الخريطة الكاملة لتسلسل جينوم الجمل العربي. تهدف المبادرة إلى فهم المكونات الوراثية لجينوم الجمل، بما في ذلك وضع خريطة محددة لهذا الجينوم، وتوضيح الأجزاء الوظيفية (المشفرة)، والتحليل الجينومي المقارن والتطور الجزيئي.

تمثل هذه الدراسة بداية حقبة جديدة من الأبحاث العلمية المتقدمة في مجالات علوم الجينوم على الجمل العربي، وسوف يمكّن الكم الهائل من المعلومات الوراثية الناتجة عن هذا المشروع المهتمين من الباحثين على المستوى العالمي من التعمق في المخزون الوراثي للجمل العربي ودراسته باستخدام التقنيات الحيوية والمعلوماتية المتقدمة من أجل التوصل إلى مزيد من الاكتشافات العلمية والتطبيقية لكشف أسرار هذا الحيوان الفريد.

تصنيف الجمل ومميزاته

يعتبر الجمل من الثدييات المشيمية شبه المجترة، ويصنف من الثدييات ذات الأصابع المزدوجة والقدم المبطنة وينتمي إلى عائلة الجمليات *(Camelidae)* والتي تنقسم إلى جنسين رئيسين هما جنس الجمل *(Camelus)* وجنس اللاما *(Lama)* التي تنتمي إليها حيوانات اللاما والألبكة والتي تستوطن أميركا الجنوبية بصفة رئيسة. أما جنس الجمل فينقسم إلى نوعين رئيسين هما:





■ حيوان اللاما والألبكة ينتميان إلى عائلة الجمليات *(Camelidae)*.

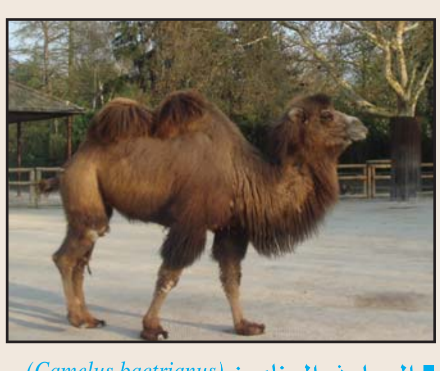
(١) **الجمل وحيد السنام** *(Camelus dromedaries)*، ويعرف بالجمل العربي أو الجمل الصحراوي أو البعير وعادة ما يوجد في المناطق الصحراوية المنخفضة والحارة وتحديداً: شبه الجزيرة العربية، وشمال وشرق أفريقيا، وجنوب غرب آسيا، وأستراليا.

(٢) **الجمل ذو السنامين** *(Camelus bactrianus)*، والذي يتواجد في المناطق الصحراوية المرتفعة الباردة وتحديداً المناطق الوسطى من آسيا كالصين ومنغوليا، وفي المنطقة الممتدة من إيران إلى إقليم التبت. الجدير بالذكر أن هناك نوعاً هجيناً من هذين النوعين من الجمال يتميز بوجود سنامين أحدهما أكبر من الآخر، ويتميز هذا النوع من الجمال بكبر جسمه وقوة تحمله مقارنة بالجمل وحيد السنام والجمل ذي السنامين.

تقدر أعداد الجمال حول العالم بأكثر من ١٩ مليون رأس بحسب إحصاءات منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) لعام ٢٠٠٣م. يمثل الجمل العربي الغالبية العظمى بنسبة تتعدى ٩٥٪ من المجموع الكلي لأعداد الجمال حول العالم، وتتركز أعدادها في القارة الأفريقية وخصوصاً في: الصومال، والسودان، وأثيوبيا، وتشاد، وكينيا، وموريتانيا. بينما تتوزع الأعداد المتبقية في: الجزائر، ومصر، وليبيا، وتونس، والمغرب، وجيبوتي، ومالي، والنيجر، ونيجيريا. أما في قارة أسيا فتتوزع قطعان الإبل في: الهند، وباكستان، بالإضافة إلى أعداد أخرى غير قليلة في: أفغانستان، والعراق، والمملكة العربية السعودية، ودول الخليج العربي، واليمن، والشام، كما تنتشر أعداد منها بصورة أقل كثافة في الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا وجنوب إفريقيا، وأمريكا الوسطى، واستراليا.



■ **الجمل وحيد السنام** *(Camelus dromedaries)*.



■ **الجمل ذو السنامين** *(Camelus bactrianus)*.

مبادرة مشروع جينوم الجمل العربي وأهم النتائج

بدأ تنفيذ المبادرة الأولى لمشروع جينوم الجمل العربي **بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** في عام ٢٠٠٤م. ونظراً لمحدودية التقنيات ذات السعات والكلفة العالية في ذلك الوقت، فقد ركزت المرحلة الأولى من هذا المشروع على تحليل الخريطة الوراثية المتعلقة بالأجزاء المشفرة (التي يعبر عنها بمنتجات بروتينية)، حيث اتضح في هذه المرحلة أن الجمل العربي يمتلك ٣٧زوجاً من الصبغيات، تشتمل على ما يقرب من ٢٣٦٠٢ مورث، ومن بين هذه المورثات هناك أكثر من ٤٥٠٠ مورث غير معروف، حيث لا يوجد لها أي تناظر مع المورثات المعرَّفة في الكائنات الحية الأخرى المتاحة حالياً على قواعد المعلومات العالمية.

أما في المرحلة الثانية من المشروع: فقد قام فريق بحثي من **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** بالتعاون مع معهد بكين لأبحاث الجينوم – لما يتمتع به من سمعة عالمية في هذا المجال – باستكمال خريطة المورثات الكاملة للجمل العربي التي تم الانتهاء منها عام ٢٠١٠م. جاءت نتائج المرحلة الثانية مؤكدة للنتائج الأولية التي تم التوصل إليها في المرحلة الأولى، وقد تم استخدام تقنية التحليل بالمعلوماتية الحيوية على البيانات السابقة في تحديد حجم الجينوم الكامل للجمل العربي بحوالي ٢,٢ بليون (مليار) نيوكليوتيدة مع درجات ملحوظة من التشابه من حيث عدد المورثات والتناظر العام لمورثات الثدييات الأخرى. بلغت نسبة المورثات المشتركة بين الجمل العربي والإنسان ما يقارب ٥٧٪ من المجموع الكلي لمورثات الجمل العربي وتتناقص هذه النسبة لتصل إلى ٥٤٪ إذا ما قورنت مورثات الجمل العربي بمورثات الأبقار.

قاعدة بيانات جينوم الجمل العربي

قام فريق بحثي من المختصين بعلوم المعلوماتية الحيوية **بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** بإنشاء قاعدة بيانات ضخمة لتخزين سلاسل جينوم الجمل العربي لأول مرة على مستوى العالم http://camel.kacst.edu.sa/، شكل (١)، وذلك لتسهيل حفظ وأرشفة المعلومات الوراثية الخاصة بالجمل العربي ولتمكين الباحثين والمختصين من الوصول إلى هذه المعلومات بكل يسر وسهولة. تحتوي قاعدة البيانات على السلاسل المعبرة لجينوم الجمل العربي البالغ عددها ٢٣,٦٠٢ مورث يمكن للمستفيد الحصول على كل المعلومات الضرورية، مثل: عرض السلسلة، واسم مرسل المورث، وتاريخ الإدخال، بالإضافة إلى تاريخ التعديل. كما يمكن للمستفيد أن يعرض المورثات المطابقة للسلسلة الواحدة بطرق مختلفة كأن يعرضها برقم المورث أو بما يطابقها في مورث معين كالإنسان أو غيره. يحتوي الموقع – أيضا – على مجموعة من التطبيقات التي تقارن جينوم الجمل مع جينوم الإنسان والفأر وغيرها من الكائنات الحية التي تم فك شفرتها الوراثية. يوفر الموقع أدوات التحليل وتسهيل إمكانية إضافة تسلسلات من قبل المتخصصين في هذا المجال، ويأمل المختصون في المدينة أن تكون قاعدة المعلومات هذه المرجع العالمي الأساسي للباحثين والمختصين بالعلوم الوراثية في الجمال.

مرحلة ما بعد جينوم الجمل العربي

شهدت السنوات التي تلت الإعلان عن



■ شكل (١): الصفحة الرئيسية لقاعدة بيانات جينوم الجمل العربي.

استكمال خريطة المورثات الكاملة للجنس البشري في عام ٢٠٠٣م ثورة غير مسبوقة في علوم الجينوم، وأصبحت لا تكاد تمر سنة منذ ذلك التاريخ دون سماع أو رؤية باحثين يعلنون عن إتمام الخارطة الوراثية لكائن حي معين، وبحسب إحصاءات قواعد معلومات المركز الوطني الأمريكي لمعلومات التقنية الحيوية فإن هناك ما يقرب من ٢٠٢ نوع من الحيوانات الثديية قد تم إنجاز خرائطها الوراثية سواء بشكل كامل أو جزئي كان أخرها إنجاز خارطة الجينوم للجمل العربي. أضيفت دراسة جينوم الجمل العربي إلى نخبة منتقاة من الحيوانات الثديية المُستأنسة الأخرى التي درست جينوماتها؛ لذلك فإن هذا الانجاز المهم سوف يفتح رؤى مستقبلة جديدة في المجالات العلمية الحيوية والكيموحيوية والوراثية، والتي سيكون لها انعكاسات إيجابية على الصحة البشرية.

الجدير بالذكر أن الجمال تمتاز بقدرة استثنائية على التكيف مع نمط الحياة الصحراوية القاسية، فمن الخصائص الفسيولوجية الفريدة للجمال المدى الواسع لتذبذب درجة حرارة الجسم على مدار اليوم، وتحمُّل فقد نسبة كبيرة من المياه (أكثر من ٣٠٪)، والقدرة على شرب ما يقارب ١٠٠ لتر من المياه في أقل من عشر دقائق، وعليه فإن جينوم الجمل سوف يساهم بالتعرف على المورثات التي تتحكم في الآليات الحيوية التي تمكن الجمل من التكيف مع البيئة التي يعيش فيها.

تتمثل أهمية المشروع في تسخير المعلومات الوراثية المستقاة منه لفهم النظام المناعي في الجمل العربي؛ ولذا فإنه إن من الأهمية بمكان أن تسخر المعلومات الوراثية المستقاة من مشروع الجينوم العربي، والذي بدوره سيساعد ويسهم في تطوير طرق جديدة في مجال التطعيم، وتصنيع الأجسام المضادة العلاجية، والعلاج بالببتيدات والبروتينات الصغيرة. بالإضافة لذلك، تعد آليات استجابة الجمل للعوامل الممرضة أو قابلية المقاومة من الأمور غير المفهومة لقلة أو عدم شمولية الدراسات المتعلقة بهذا المجال؛ وبذلك فإن جينوم الجمل العربي سيوفر المعلومات اللازمة للباحثين لفهم الأساس الوراثي للأمراض المعدية / الوراثية التي تؤثر على الجمال، وسيؤدي هذا في نهاية المطاف إلى وضع استراتيجيات أفضل للعلاج والحد من كثير من الأمراض، والتقليل إلى حد كبير من الاعتماد على المضادات الحيوية.

من جهة أُخرى يتميز حليب النوق بقيمته الغذائية العالية مقارنة بحليب الحيوانات الأخرى المنتجة للألبان، وهناك اعتقاد سائد بين العلماء والمختصين بأن لألبان الإبل الكثير من الخصائص الطبية التي يمكن أن تساعد في علاج بعض الأمراض الوراثية والمزمنة، مثل: السرطان، والإيدز، والزهايمر، والالتهاب الكبدي الوبائي الفيروسي (C). وفي هذا الصدد، سوف يتم استخدام بيانات جينوم الجمل لإعادة بناء مسارات التمثيل الغذائي المتعلقة بإنتاج الحليب في الجمال ومقارنتها بالحيوانات اللبونة الأخرى، وذلك بهدف توضيح الجوانب الوراثية المسببة لتميز لبن النوق من ناحية القيمة الغذائية والعلاجية. كما تهدف هذه الدراسات أيضاً إلى مساعدة ملاك الإبل لإجراء ما يُعرف بالتربية الانتقائية، وذلك للإكثار الانتقائي للحيوانات ذات الإنتاجية المرتفعة من اللحوم والحليب، وسوف توفر بيانات الجينوم أيضاً أفكاراً جديدة في الآليات الجزيئية الكامنة الخاصة بالصفات الوراثية خاصة المتعلقة بنوعية وكمية الحليب، وإنتاج اللحوم والصوف، والقوة البدنية والقدرة العالية في حلبات السباق.

خاتمة

يمثل الانتهاء من جينوم الجمل العربي خطوة أولية جادة باتجاه توطين أحدث التقنيات الحيوية بالمملكة والالتفات للأبحاث العلمية على الموارد الطبيعية المحلية. يعكف الفريق العلمي **بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** على مواصلة هذا المسار البحثي لدراسة وتحليل المخرجات الناتجة عن هذا المشروع لتحويل النتائج العلمية إلى تطبيقات ملموسة، ولاستكشاف الخصائص الوراثية الإضافية لأنواع/سلالات الجمال، وغيرها من الحيوانات والنباتات المحلية المهمة والأنواع المهددة بالانقراض.

المراجع

١- القران الكريم

٢- الأحاديث النبوية

3- http://kids.fao.org/glipha/

4- Al-Swailem AM, Shehata MM, Abu-Duhier FM, et al. Sequencing, analysis, and annotation of expressed sequence tags for Camelus dromedarius. PLoS One 2010;5(5):e10720.

5- Saleh MA, Al-Salahy MB, Sanousi SA. Oxidative stress in blood of camels (Camelus dromedaries) naturally infected with Trypanosoma evansi. Vet Parasitol 2009 Jun 10;162(3-4):192-199.

وايتسايدز

(الكيميائي الأكثر تأثيراً في العالم)

عالمنا لهذا العدد هو أكثر الكيميائيين الأحياء تأثيراً في العالم منذ عام ٢٠٠٩م، وقد امتدت مسيرته العلمية الرائدة حوالي ٥٠ عاماً، حيث تفوق وأبدع في مختلف فروع علم الكيمياء، وتقنية الموائع الدقيقة، والمحفزات الكيميائية،والطاقة، وتقنية النانو. وقد نُشر لهذا العالم أكثر من ١١٠٠ بحثاً علمياً، وسجل أكثر من ٥٠ براءةَ اختراع، وتدرب على يديه أكثر من ٣٠٠ باحث، كما شارك في تأسيس ١٢ شركة، وساهم في تقييم العديد من الموضوعات المتعلقة بالعلوم والتقنية عبر العالم.

- **الاسم :** جورج م. وايتسايدز
- **الجنسية :** أمريكي
- **مكان الميلاد :** لويزفيل بولاية كنتاكي الأمريكية
- **تاريخ الميلاد :** ١٩٣٩م
- **التعليم :**

- بكالوريوس الكيمياء من كلية هارفارد عام ١٩٦٠م.
- دكتوراه في الكيمياء من معهد ماساتشوستس التقني بولاية بوسطن الأمريكية عام ١٩٦٤م.

- **إنجازاته :**

شملت إنجازاته الفريدة مختلف فروع علم الكيمياء، بما في ذلك تقنية التحليل الطيفي بالرنين المغناطيسي النووي، والكيمياء العضوفلزية، وكيمياء المواد والسطوح العضوية، وتقنية الموائع الدقيقة، والتشييد الدقيق، وتشييد العقاقير، والتجميع الذاتي للجزيئات، وإنتاج الطاقة، وتقنية النانو؛ كما اشتهر بدوره الأساس في توضيح نظم الترتيب الذاتي للجزيئات على السطوح وآلياته، مما ساهم كثيراً في تطوير علم النانو، والتقنيات الحيوية الحديثة، وعلم الأدوية والتشخيص الطبي.

- **النشاط العلمي**

بالإضافة لإنجازاته العلمية فقد احتفت بعالمنا الأوساط العلمية حيث تم اختياره زميلاً أو زميل شرف في العديد من الأكاديميات العلمية المرموقة ومنها:

- الأكاديمية الأمريكية للآداب والعلوم.
- الأكاديمية الوطنية للهندسة.
- الأكاديمية الوطنية للعلوم.
- الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم.
- معهد الفيزياء الأمريكي.
- أكاديمية نيويورك للعلوم.
- الجمعية الملكية البريطانية للكيمياء.
- الجمعية الهندية لبحوث الكيمياء.
- الأكاديمية الملكية الهولندية للآداب والعلوم، وأكاديمية سينيكا.
- عضو ورئيس للهيئة العلمية الاستشارية الدولية لمركز بحوث الجينوم .
- عضو شرف في الجمعية الهندية لبحوث المواد.
- عضو في تحرير العديد من المجلات العلمية.
- الدكتوراه الفخرية من جامعة وندسور وجامعة مكجيل وجامعة تونتي.

- **الجوائز:**

حصل على العديد من الجوائز لا يتسع المجال لذكرها جميعاً، ومن أهمها:

- الميدالية الوطنية للعلوم في أمريكا.
- جائزة وولش (Welch Award) وميدالية بريستلي (the Priestley medal).
- الميدالية الذهبية للمعهد الأمريكي للكيميائيين.
- - ميدالية بنجامين فرانكلين للكيمياء.
- جائزة كيوتو للتقدم التقني.
- جائزة علم النانو.
- جائزة دريفوس للعلوم الكيميائية.
- جائزة الملك فيصل العالمية في الكيمياء عام ٢٠١١م.

عرض كتاب

كيمياء البروتينات

د. سحر أحمد الخواص

صدر هذا الكتاب عام ٢٠٠٤ عن دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، وهو من تأليف الدكتور جمال مرسي خالد، والدكتور عبدالمنعم إبراهيم شامة، ويقع في ٢٧٢ صفحة من القطع المتوسط، ويضم بين دفتيه ستة عشر فصلاً تقع فى جزئين هذا بالإضافة إلى المقدمة، الفهرس، والمراجع.

يشمل **الجزء الأول** من الكتاب سبعة فصول. يتناول **الفصل الأول** تقسيم البروتينات تبعا لتركيبها الكيميائي إلى بروتينات بسيطة وأخرى مركبة. كذلك تقسم البروتينات المركبة تبعاً لنوع الجزئ المرتبط به، أما التركيب التكويني للبروتين فإنه ينحصر بين البروتين الليفي والبروتين الكروي أو الملتف ونوع آخر يقع بين النوعين السابقين. كما يستطرد الكتاب في تقسيم البروتينات حسب وظائفها فيذكر البروتينات الإنزيمية، البروتينات الهيكلية، البروتينات المنقبضة، بروتينات السوائل اللزجة، البروتينات الناقلة، البروتينات الهرمونية، البروتينات الحافظة، البروتينات السامة، البروتينات الغذائية والبروتينات النووية. كما يستعرض هذا الفصل كيفية بناء البروتين موضحاً أن الأحماض الأمينية ترتبط بعضها ببعض بروابط ببتيدية بين مجموعة كربوكسيل أحد الأحماض الأمينية ومجموعة أمينو الحمض التالي له في السلسة، ويتضمن هذا التتابع الخطي كل المعلومات اللازمة لبناء بروتين ثلاثي الأبعاد بهيئة بنائية محددة. ويضم بناء البروتين أربع مستويات مختلفة تبين عدد ونوع وتتابع الأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية العديدة والتوزيع الفراغي للذرات والمجموعات التي تحدد بناء الجزئ المجسم ثلاثي الأبعاد، ثم تتجمع جزيئات البروتين بعد البناء الثالث (تحت وحدات) لبناء جزئ بروتين في شكله وحجمه النهائي ذو وزن جزيئي مرتفع وله القدرة علي أداء وظائف بيولوجية محددة.

استعرض **الفصل الثاني** الأحماض الأمينية حسب تركيبها الكيميائي، يختلف موضع الأمينو بالنسبة لمجموعة الكربوكسيل في الجزئ، وتبعا لذلك تكون الأحماض الأمينية ألفا أو بيتا أو جاما حسب موقع مجموعة الأمينو بالنسبة لمجموعة الكربوكسيل. كما تعد الأحماض الأمينية من حيث تركيبها البنائي مشتقة من الأمينات الأولي باستبدال ذرة هيدروجين من مجموعة الألكيل بمجموعة كربوكسيل. ويمكن تقسيم الأحماض الأمينية إلى أحماض أمينية كربونية جانبية وأحماض أمينية عطرية.

يتناول **الفصلان الثالث والرابع** الفعل التنظيمي لمحلول الحمض الأميني وذلك من خلال توضيح خواص الحموضة والقلوية للأحماض الأمينية ومنحنيات التعادل عند معايرة الأحماض والقواعد وتقدير قيم الأس الهيدروجيني (pH).

يوضح **الفصل الخامس** أن البروتينات عبارة عن إلكتروليتات أمفوتيرية (مترددة) وذلك للطبيعة الأمفوتيرية للأحماض الأمينية التي يتكون منها البروتين.

يمثل **الفصل السادس** إطلالة على الطرق المعملية المختلفة لفصل الأحماض الأمينية منها طريقتي كروماتوجرافيا الورق، والهجرة الكهربائية حيث تعتمد الاخيرة أساساً علي صافي الشحنة الكهربية لها والتي يمكن تحديدها بمعرفة الرقم الهيدروجيني (pH) للوسط الموجود فيه باستخدام معادلات خاصة. ويمكن استخدام الطريقتين المذكورتين كل على حدة أو معاً لفصل وتحليل مخلوط من الأحماض الأمينية.

يبلور **الفصل السابع** تحولات الأحماض الأمينية في العمليات الحيوية فيشير الكاتبان إلى أنه بعد هضم وامتصاص البروتينات الموجودة في الغذاء يؤدي إلى تحلل إلى الأحماض الأمينية التي يمكن أن تستخدم لبناء جزيئات جديدة منها البروتين أو في عمليات الهدم. ويشير الكاتبان إلى أنه في معظم تفاعلات الهدم تتعرض الأحماض الأمينية لنزع مجاميع الأمينو وتكوين الأحماض العضوية الكيتونية وأن كل من هذه النواتج تسلك السلوك الخاص بها.

يستعرض الجزء الثاني من الكتاب من الفصل الثامن إلى السادس عشر التخليق الحيوي للبروتين ودوره في حل عدة مسائل هامة في علم الأحياء، منها تفسير قوانين الوراثة والتغير، وتوجيه نمو وتطور الكائنات الحية، والتعرف علي أسباب ظهور العديد من الأمراض وطرق علاجها الخ. ولذلك فمن الطبيعي أن يسمي علماء الفيزياء القرن العشرين بعصر الذرة بينما يسمي علماء الكيمياء الحيوية هذا القرن بعصر البروتين. ويشير المؤلفان في هذا الفصل إلى أن الإنجازات الضخمة في مجال دراسة تركيب وبناء وميكانيكية تخليق الأحماض الأمينية أدت دوراً هاماً في تشكيل التصور الحديث لميكانيكية التخليق الحيوي للبروتينات، وأن إنشاء نموذج جزئ الدنا قد حث الباحثين للمرة الأولى على المناقشة الواسعة والبرهان العلمي لمبدأ فكرة التوافق في التخليق الحيوي للجزيئات الكبيرة. واتضح أن هذه الفكرة مثمرة إلي أبعد الحدود، مما أدى إلى اكتشاف ميكانيكية جديدة تماماً وهامة لاستحداث (استنساخ) تخصص بناء الجزيئات الكبيرة أثناء عملية تخليقها الحيوي، مما ساعد العلماء على الإقبال على حل المسألة الخاصة بميكانيكية التخليق الحيوي للبروتين بطريقة جديدة تماماً.

يرسم **الفصل الثامن** لوحة تبرز بناء السلسلة الببتيدية حيث أشار المؤلفان الى أن تلك السلسلة الببتيدية تتكون من اتحاد الأحماض الأمينية بعضها ببعض بواسطة رابطة ببتيدية تتكون من اتحاد المجموعة الأمينية في أحد الأحماض بالمجموعة الكربوكسيلية في الحامض الأخر. وبذلك تتدرج الببتيدات في التعقيد كلما زاد عدد الأحماض الأمينية في السلسلة. ويستكمل الفصل نفسه استعراض الخواص الحامضية والقاعدية للببتيدات: تفاعلاتها الكيميائية وطرق فصلها وتحليلها، كما يشير المؤلفان إلى أن طرق التبادل الأيوني، والكروماتوجرافي، والحمل الكهربائي (اليكتروفوريسز) تعد من أحسن الطرق وأدقها لفصل وتحليل مخلوط الببتيدات حيث أشار المؤلفان إلى أن تقدير ومعرفة تتابع الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية يتوقف علي مراحل إتمام التحليل المائي للسلسلة وعلي التقدير الكمي الدقيق لجميع الأحماض الأمينية في نواتج التحليل. كما ساعدت هذه الطرق الحديثة علي إثبات أن لبعض البروتينات شحنة كلية سالبة مثل البيسين وأخرى لها شحنة كلية موجبة مثل الهستونات والسيتوكروم C. ويشير المؤلفان إلى أن هناك أكثر من طريقة لتعيين الحامض الأميني المكون للنهاية الأمينية للسلسلة الببتيدية منها طريقة "سانجر" وطريقة "إدمان" وطريقة "ليفي". حيث تعتمد كلها علي تفاعل مجموعة الأمين الحرة للحامض الأميني الطرفي مع الجوهر الكشاف الخاص بالاختيار لتكوين مركبات لها لون يمكن قياسه بمقارنته بعينات أخرى من الأحماض الأمينية. أما تعيين الحامض الأميني المكون للنهاية الكربوكسيلية للسلسلة الببتيدية فيشير المؤلفان إلى أن يتم بتكون أستر أولا ثم باختزال الأستر إلى كحول وإجراء التحليل المائي للسلسلة ثم تفريد الأحماض الأمينية، حتى يصبح في صورة كحول أميني. ثم يتطرق الكتاب لاستعراض بعض الببتيدات الطبيعية مثل الأنسولين، والجاسترين، والجلاتاتيون.

تطرق المؤلفان في **الفصل التاسع** إلى دور البروتين وعلاقته بالوراثة، حيث يسوق عدداً من الحقائق من

أهمها أن الأحماض الأمينية تساهم مباشرة في عمليات التخليق الحيوي للبروتين، وأنها تتشابه مع البروتين في كون أن كل منهما عبارة عن بوليمر يتكون من وحدات تكون في حالة الأحماض النووية عبارة عن وحدات النيوكليوتيدات.

يكشف المؤلفان في **الفصل العاشر** عن العلاقة التي تربط بين جزئي الحمض النووي (الرنا المراسل) الذي يمكن تشبيهه "بجملة" تتركب من أربع كلمات هي النيوكليوتيدات، إضافة إلى جملة أخري مكونة من عشرين كلمة (بروتينات) ألا وهي الأحماض الأمينية...

ناقش **الفصل الحادي عشر** دور التركيبات تحت الخلوية في التخليق الحيوي للبروتين موضحا أن التخليق الحيوي للبروتين يحدث في كافة الأجزاء تحت الخلوية ولكن بشدة متفاوتة. وكذلك في جميع الوحدات البنائية للخلية (الأغشية، النواة الميتاكوندريا وغيرها) ويكون مرتبطاً بالريبوزومات. ويشير المؤلفان إلى أنه من البديهي عند دراسة ميكانيكية التخليق الحيوي للبروتين أن ينصب الانتباه علي كيفية حدوث هذه العملية في الريبوزومات بالذات حيث أنها تعتبر مصانع البروتينات في الخلايا.

عرض المؤلفان في **الفصل الثاني عشر** النظريات المقترحة لعملية التخليق الحيوي للبروتين، ومنها: نظرية التخليق الحيوي للبروتين بنظام القالب. والتي تتلخص في خمس مراحل رئيسية، هي: تنشيط الأحماض الأمينية، والتكوين الابتدائي لسلسلة البولي ببتيد، عملية الاستطالة، نهاية تكوين سلسلة البولي ببتيد وتعديلات ما بعد التخليق.

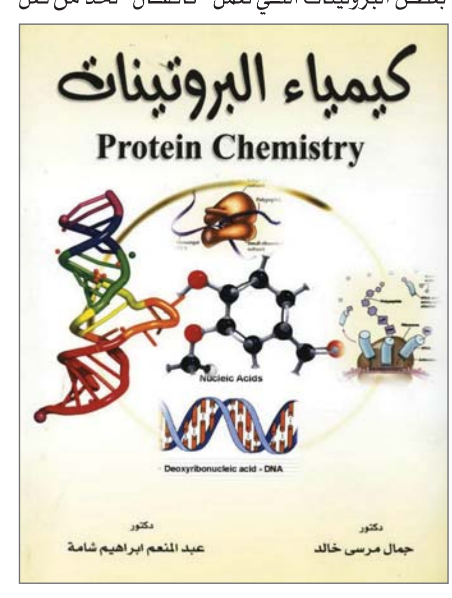
أوضح المؤلفان أن النظرية الببتيدية للتخليق الحيوي للبروتين ذات أهمية خاصة حيث يوجد في الطبيعة – إضافة إلي التخليق المتدرج بنظام القالب للجزيئات البروتينية على مصيغات من النيوكليوتيدات العديدة – عدد من الميكانيكيات الأخرى المتعلقة بتخليق الأجسام البروتينية حيوياً والتي تختص فيها الببتيدات بالدور الرئيسي.

تتلخص أولى وجهات النظر الخاصة بميكانيكية تخليق البروتين حيوياً من الببتيدات في إقرار الدور الرئيسي في هذه العملية لتفاعلات نقل الببتيدات.

كما تطرق المؤلفان في هذا الفصل إلى الببتيدات النيوكليوتيدية كنواتج وسطية في تخليق البروتين حيوياً. حيث أشاراً إلى أن هناك أراء مختلفة بخصوص ميكانيكية مساهمة معقدات الليبوببتيدات، ومعقدات الليبيدات (الدهون)، والأحماض الأمينية في التخليق الحيوي للبروتينات، حيث يعتقد بعض العلماء أن هذه المركبات تعطي النواتج الوسطية التي تعتبر بمثابة مولدات للبروتينات. بينما يعتقد آخرون أن معقدات الليبيدات والأحماض الأمينية تقوم بوظيفة النقل حيث تكفل إمكانية نقل وتوصيل الأحماض الأمينية من خلال الغشاء الليبيدي إلي مكان تخليق البروتين. وتفترض مجموعة ثالثة أن تكوين سلسلة عديد الببتيد يتم طبقا للنظام القالبي التقليدي الذي يستخدم فيه كل من الرنا المراسل المصيغ والأمينو آسيل (الرنا الصغير) كعناصر تحتوي على الكود وذلك بالإضافة إلي السطوح الفوسفوليبيدية الخاصة بالغشاء والتي تعتبر هنا بمثابة مكان لتكوين الروابط الببتيدية مباشرة.

يوضح الكتاب فى **فصله الثالث** عشر أن تنظيم تخليق البروتين يتم من خلال آليتين إحداهما: عدم تخليق إنزيمات الهدم إلا عند وجود المواد التي تعمل عليها هذه الإنزيمات، أما الآلية الأخرى فهي وقف تخليق إنزيمات البناء عند توفير النواتج النهائية لمسارات البناء. ومن خلال تلك الآليتين يمكن للخلية توفير الوحدات البنائية وكذلك الطاقة اللازمة لبناء الإنزيمات عند الحاجة إليها.

يشير المؤلفان فى **الفصل الرابع عشر** إلى رؤى العلماء في الحمض النووي وإمكانية استخدامه في المستقبل، حيث تراود العلماء آمال كبيرة بالنسبة للمستقبل وخاصة بعد المزيد من الأبحاث والمعرفة بحامض النيوكلييك حيث تحظي أبحاث الحامض النووي في كل أنحاء العالم بالمزيد من الرعاية والاهتمام، ولا بأس من إدراج بعض الأفكار التي تطرأ علي أذهان الباحثين، والتي ربما تتحقق في المستقبل، ومنها أن ما سيأتي به المستقبل لن يكون قاصرا علي استحداث صناعات كيميائية جديدة؛ فالمعرفة تولد المعرفة، والأمل المعقود علي البحوث الجارية حول البيولوجية الجزيئية التي لا حدود لها. عندئذ يفتتح الطريق لرسم خرائط الصبغيات، ولن يكون هذا بالأمر الهين علي الإطلاق. مشيرين إلى أن وجود بعض البروتينات التي تعمل "كأقفال" تحد من فعل



بعض جزيئات حمض نووي معين. وعليه فإن كل خلية مهما بلغت درجة تخصصها، يمكن أن تظل محتوية كل المورثات، ولكنها قد تمتلك في نفس الوقت نمطا خاصا بها من أقفال البروتين التي يمكنها أن تشل عمل بعض المورثات في الخلايا العصبية، وتشل عمل مورثات أخري في الخلايا العصبية. . وهكذا فإذا ثبت صحة هذا الإدعاء، فهل يكون معقولاً التمكن من تحرير تلك المورثات من أقفالها؟

يعدد **الفصل الخامس عشر** مثبطات تخليق البروتين والتي تشمل مشابهات الأحماض الأمينية، الكلورو امفينيكول، الاكتيديون، البيورميسين، الستربتوميسين وتتراسيكلين واريثروميسين.

يناقش **الفصل السادس عشر** من الكتاب التمثيل الغذائي للمواد البروتينية. موضحاً أنه عند النظر إلي عملية هضم المواد البروتينية في الجهاز الهضمي فإن البروتينات لا تتأثر بلعاب الهضم وتظل علي تركيبها الأصلي إلي أن تصل إلي المعدة ذات التأثير الحمضي فيقوم إنزيم الببسين بتحليل المواد البروتينية إلي برتيوزات وببتونات وهي تعتبر بروتينات أقل تعقيدا من البروتيينات الأصلية، بعدها تنتقل هذه المواد البروتينية البسيطة إلي الأمعاء الدقيقة، فتصب عليها العصارة البنكرياسية المحتوية علي إنزيمات التربسين والكيموتربسين فتقوم هذه الإنزيمات الأخيرة بتحليل البروتيوزات والببتونات إلي ببتيدات عديدة بجانب أحماض أمينية حرة.

يسترسل المؤلفان في الموضوع متناولين كيفية هضم وامتصاص البروتينات النووية -المجموعة الإضافية- وتضم نوعين من البروتينات النووية البسيطة والتي تعتبر من ضمن البروتينات المعقدة كما سبق ذكر ذلك، حيث تتحد مع الأحماض النووية التي لها صفات خاصة تميزها عن غيرها من البروتينات وذلك من حيث عدد ونوع الأحماض الأمينية الداخلة في تركيبها، وعلى ذلك نجد أن البروتينات النووية تتكون من شقين الأول بروتيني بسيط (هستونات – بروتامينات) والشق الآخر غير بروتيني (أحماض نووية).

يختتم الكاتبان الرحلة عبر صفحات كتاب كيمياء البروتينات باستعراض التمثيل الغذائي للقواعد البيورينية والتمثيل الغذائي للقواعد البريميدينية ثم كيفية تخليق القواعد البريميدينية في الجسم.

يعد هذا الكتاب مرجعاً قيماً من حيث أهمية الموضوع المتناول، حيث يمثل بلورة يشع ضوءها آفاقاً معرفية واضحة ومترابطة تمثل حجر الأساس لموضوع عضال يشغل العلماء ألا وهو الثورة الجينية المطروحة على طاولات البحث العلمي حاليا، والتي تمثل في إطار الأخلاقيات أملا لعلاج الكثير من الأمراض. كما تفرد الكتاب بعرض شيق مترابط الأفكار سلس العبارات.



أمراض الإبل الشائعة في المملكة العربية السعودية

صدر هذا الكتاب عام ١٤٣١هـ/٢٠١٠م عن الإدارة العامة لمنح البحوث التابعة **لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** من خلال الأبحاث التي دعمتها، وهو من **تأليف د.محمد بن أحمد خيمي**.

تبلغ عدد صفحات الكتيب ٢٦صفحة من القطع المتوسط وتشرح أمراض الإبل التالية :

الأمراض الطفيلية (الطفيليات الخارجية والداخلية)، الأمراض الفطرية،الأمراض البكتيرية ، الأمراض الفيروسية، أمراض النقص الغذائي، مصطلحات شائعة لبعض الأمراض التي تصيب الإبل.



الخصائص الاجتماعية و النفسية للسجناء

صدر هذا الكتاب عام ١٤٣١هـ/٢٠١٠م عن الإدارة العامة لمنح البحوث التابعة **لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية**، وهو خلاصة لمشروع البحث رقم ع س ٦-٧ الذي مولته المدينة للباحث الرئيس الدكتور/ **صالح بن رميح الرميح** من جامعة الملك سعود.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٥٣ صفحة من القطع المتوسط، ويضم بين دفتيه ستة فصول، إضافة إلى الملاحق و المراجع العربية و الأجنبية.

تناقش الفصول - بالاستعانة بالجداول المختلفة - ما يلي :- مدخل الدراسة، الدراسات السابقة المرتبطة بالدراسة، الاتجاهات الحديثة و التجارب الدولية في مجال إدارة المؤسسات الإصلاحية – رؤية نظرية، الإجراءات المنهجية للدراسة، نتائج دراسة المسح الاجتماعي، تحليل مضمون نتائج دراسة الحالة.

ظاهرة هروب العمال الوافدين عن كفلائهم الأسباب والدوافع



صدر هذا الكتاب عام ١٤٣٢هـ/٢٠١٠م عن الإدارة العامة لمنح البحوث التابعة **لمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** ، وهو عبارة عن نتائج بحث رقم (ع س -٤-١١) لعام ١٤٢٧هـ الذي مولته المدينة للباحث الرئيس **د.مساعد بن ابرهيم الحديثي** ود. **المأمون السر كرار الطيب** باحث مشارك.

تبلغ عد صفحات الكتاب ٢١٦ من القطع المتوسط ومزود بالجداول والأشكال التي تشرح مواضيع الكتاب من خلال خمسة فصول. تناولت فصول الكتاب مايلي : موضوع البحث ، الإطار النظري ، الإجراءات المنهجية للبحث، نتائج البحث ومناقشتها ، موجز البحث وتوصياته.

مصطلحات علمية



اصطفاف Alignmen

ترتيب ومقارنة تسلسلات الطول الكامل للدنا.

المعلوماتية الحيوية Bioinformatics

تحليل المعلومات الأحيائية باستخدام الحاسب الآلي (الكمبيوتر) والتقنيات الرياضية والإحصائية بهدف تطوير قواعد البيانات والخوارزميات الحاسوبية لتسهيل وتعزيز الأبحاث الأحيائية في العديد من المجالات.

الغلال Cereals

مجموعة من نباتات ذوات الفلقة الواحدة، وتشمل محاصيل الغلال الرئيسية مثل القمح والذرة والأرز، ومحاصيل الغلال غير الرئيسية مثل الشعير.

نباتات ذوات الفلقتين Dicots

تمثل المجموعة الثانية من النباتات الزهرية، وفيها تحتوي البذرة على فلقتين، ومنها نباتات البقول والكثير من الخضروات والفاكهة.

تسلسل الدنا DNA sequencing

دراسة وكتابة التسلسل الكامل للنيوكليوتيدات المكونة لدنا جينوم الكائن الحي.

حقيقيات النواة Eukaryotes

الكائنات الحية - الحيوانات والإنسان والنباتات الراقية - التي تظهر فيها النواة (Nucleus) مميزة وتحتوي على الصبغيات في شكل الشبكة الكروماتينية، وبها أيضاً نوية أو أكثر، تسبح كل هذه التراكيب في السائل النووي وتحاط بغلاف نووي مثقب.

المورث Gene

قطعة من الدنا لها طول محدد من النيوكليوتيدات.

التعبير الوراثي Gene expression

تحويل لغة النيوكليوتيدات المكونة للدنا (عملية النسخ) (Transcription) إلى لغة الأحماض الأمينية المكونة للبروتين المعروفة بعملية الترجمة (Translation).

الجينوم Genome

مجموع المورثات على الدنا الكلي في صبغيات خلية الكائن الحي.

الكائنات الحية Living organisms

مجموعة من الكائنات لها القدرة على التضاعف والتكاثر، تتوزع على خمس ممالك (المملكة الحيوانية، المملكة النباتية، مملكة الفطريات، مملكة الطلائعيات، و مملكة البدائيات).

الثدييات Mammals

كائنات حية تلد الصغار وتعتني بها وترضعها من أثدائها حتى تنمو وتكبر، ومنها الجمل العربي والإنسان.

نباتات ذوات الفلقة الواحدة Monocots

تمثل المجموعة الأولى من النباتات الزهرية - منها نباتات الغلال والنخيل - وفيها تحتوي البذرة على فلقة واحدة.

النيوكليوتيدة Nucleotide

الوحدة البنائية للأحماض النووية (الدنا و الرنا)، وتتكون من سكر خماسي وقاعدة نيتروجينية ومجموعة فوسفات.

البلاستيدات Plastids

أحد عضيات الخلية النباتية، ومنها البلاستيدات الخضراء (Chloroplasts) - المسؤولة عن القيام بعملية البناء الضوئي لتكوين المواد الكربوهيدراتية- والملونة (Chromoplasts) وعديمة اللون (Leucoplasts).

أوليات النواة Prokaryotes

الكائنات الحية عديمة النواة المميزة - منها البكتيريا - ويظهر فيها الصبغي في سيتوبلازم الخلية.

الخمائر Yeast

مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة حقيقية النواة تتبع مملكة الفطريات، ومنها خميرة الخباز.



مسابقة العدد

سباق الأخوين

الأخوان علي ومحمود من هواة الجري، وفي يوم من الأيام تسابقا في مضمار طوله ٢٠٠متر، فسبق علي أخاه محمود بمسافة قدرها خمسة أمتار، وبعد أسبوع أعادا المحاولة على نفس المضمار، ولكي يشجع علي أخاه محمود أخبره بأنه سيتخلف عن خط البداية بمقدار خمسة أمتار.

من سيفوز في السباق الثاني، إذا علمت أنهما سيركضان بنفس سرعة السباق الأول؟

إذا عرفت حل سباق الأخوين فلا تتردد في إرسال الإجابة؟

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « **سباق الأخوين** » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي :

١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة.

٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء

٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال هاتف، فاكس، بريد إلكتروني

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله تعالى.

حل مسابقة العدد السابق

ثمن ووزن اللحم

نفرض أن:

وزن لحم الضأن = س

وزن لحم البقر = ٢٠ − س

ثمن كيلو جرام لحم الضأن = ص

ثمن كيلو جرام لحم البقر = ص−٢

نكون المعادلات التالية:

س × ص = ٨٢ ....(١)

(٢٠ −س) (ص − ٢) = ٢٩٦ ....(٢)

بتعويض:

(٢٠ −س) ($\frac{٨٢}{س}$ − ٢) = ٢٩٦ ....(٣)

(٢٠ −س) (٨٢ − ٢ س) = ٢٩٦ س

١٦٤٠ − ٤٠ س − ٨٢ س + ٢ $س^{٢}$ = ٢٩٦ س

٨٢٠ − ٢٠ س − ٤١ س + $س^{٢}$ = ١٤٨ س

$س^{٢}$ − ٢٠٩ س + ٨٢٠ = ٠

(س − ٢٠٥) (س − ٤) = ٠

إما س = ٢٠٥ لاتحقق الشرط

أو س = ٤ تحقق الشرط

∴ وزن لحم الضأن = ٤ كيلو جرام

∴ وزن لحم البقر = ١٦ كيلو جرام

ثمن كيلو جرام لحم الضأن = ٢٠,٥ ريال

ثمن كيلو جرام لحم البقر = ١٨,٥ ريال

أعزاءنا القراء

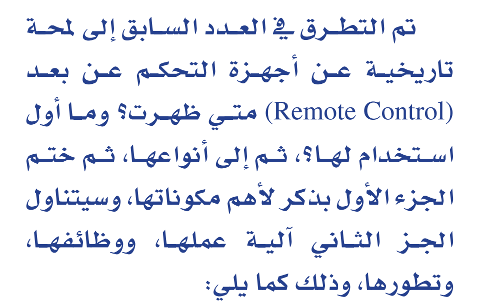
نظراً لتأخر صدور العدد ولم يكن هناك الوقت الكافي للحصول على إجابة المسابقة، فإننا نعتذر عن هذا التأخير وعدم وجود فائزين.

كيف تعمل الأشياء؟

أجهزة التحكم عن بعد

(الجزء الثاني)

أ. محمد صالح سنبل



تم التطرق في العدد السابق إلى لمحة تاريخية عن أجهزة التحكم عن بعد (Remote Control) متى ظهرت؟ وما أول استخدام لها؟، ثم إلى أنواعها، ثم ختم الجزء الأول بذكر لأهم مكوناتها، وسيتناول الجز الثاني آلية عملها، ووظائفها، وتطورها، وذلك كما يلي:

آليــة العمـــل

تتمثـل آلية عمل جهـاز التحكم عن بعد بأنواعه المختلفة، فيما يلي:

- عند الضـغط على زر رفع الصوت (Volume-up) في وحـدة الإرسـال يتحرك الزر إلى الأسـفل فيلمس الـدارة الإلكترونية التي تقع أسـفله فتنقفل دارة رفع الصوت (Volume up circuit) مثلاً، فيعلو الصوت.
- تقـوم الدائـرة المتكاملـة بإرسـال الإشـارات الثنائية اللازمـة لرفـع الصـوت إلى الصـمام الثنائـي الباعث للضوء (LED) الموجود في مقدمة جهاز التحكم عن بعد.
- يقوم الصمام الثنائي بإرسال سلسلة من الإشارات الضوئية (light pulses) إلى الخارج، والتي تتطابق مع الإشارات الثنائية للتحكم في رفع الصوت.
- يقوم مسـتقبل الأشـعة تحت الحمراء في التلفاز بالتقاط الإشـارة من جهـاز التحكم عن بعد، ومن ثـم التحقق من شـفرة العنـوان (address code) التـي تحمل الأوامـر للخـارج فإنها تقـوم بتحويل الإشـارات الضـوئية للخلف إلى إشـارة إلكترونية هـي (٠٠١٠٠١٠)، ومـن ثـم تقـوم بتمريـر هذه الإشـارة إلى المعالج الدقيق (microprocessor)، الـذي يعمل علـى زيـادة الصـوت، حيـث أن أمر الإيقـاف يخـبر المعالج الدقيـق بأنـه يمكنه وقف زيادة الصوت، جدول (١).

الجديـر بالذكر أن لكل شـركة مصـنعة نظام (بروتوكول) خاص بها يتضمن الأوامر التي يستطيع المسـتقبل فهمها وترجمتها إلى فعل، ويعد بروتوكول سوني-S أحد الأمثلة على شفرات التحكم عن بعد، والتـي تسـتخدم في أجهزة تلفاز سـوني، وتتضـمن الأوامر الثنائية السبعة التالية مقاسة بالبت (bit):

إضـافة لذلـك فإن إشـارات جهـاز التحكم عن بعـد تتضمـن أكثر مـن أوامر رفـع الصوت وغيرهـا، فهي تحمل العديد مـن قطع المعلومات (information chunks) إلى وحـدة الاسـتقبال، وبالتالي فإنه عند ضـغط زر رفع الصوت على جهاز التحكـم عن بعد للتلفاز فإنه يقوم بإرسـال سلسـلة إشارات للخارج كما هو موضح في الشكل (١):

الوظـائـف

تقـوم أجهـزة التحكـم عـن بعـد في المنـازل (home-theater remotes) بعـدة وظائـف، أكثر

الزر	الرمز
١	٠٠٠٠٠٠٠
٢	٠٠٠٠٠٠١
٣	٠٠٠٠٠١٠
٤	٠٠٠٠٠١١
تغيير القناة للأعلى	٠٠١٠٠٠٠
تغيير القناة للأسفل	٠٠١٠٠٠١
تفعيل التشغيل	٠٠١٠١٠١
إيقاف التشغيل	٠١٠١١١١
رفع الصوت	٠٠١٠٠١٠
خفض الصوت	٠٠١٠٠١١

■ جدول (١) رموز أزرار جهاز التحكم عن بعد.
- المصدر: الموقع الإلكتروني ARRL (www.ARRL.org).

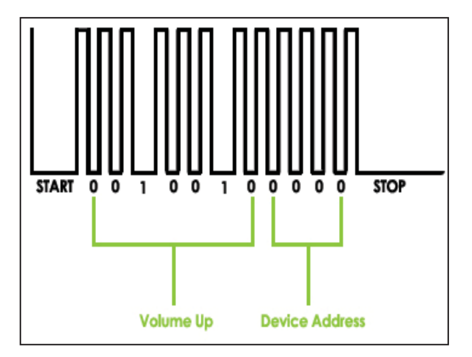
من مجرد إيقاف أو تشـغيل الجهاز أو ضـبط درجة الصـوت، وفيما يلي أهم الخصائص التي يمكن أن توجد في بعض أجهزة التحكم عن بعد عالية التقنية (high-tech).

● **الإمكانات العامة**

تتمثل الإمكانات العامة (Universal capabilities) لأجهـزة التحكـم عـن بعد بقدرتهـا علـى التعامل مع الأجهزة المصـنعة بواسـطة الشـركات المختلفة مهما اختلفـت شـفراتها الإلكترونية، كمـا أن بعض أجهزة التحكم عن بعد خاصـة تلك التي تعمل بالأشـعة تحت الحمراء يمكن برمجتها لكي تتلاءم مع أكثر من شفرة أكـثر مـن مُصَـنِعٌ (Manufacturer)؛ وبالتالي يمكن تشغيل أكثر من جهاز في وقت واحد، قد تصل في بعض الأحيـان إلى ١٥ جهاز تتبع شـركات مختلفة، ولكن لا بد من معرفة شفرات الأوامر الخاصة بتشغيل الجهاز المطلـوب التحكـم به؛ لكـي يتم إضـافتها إلى الجهاز العام للتحكم عن بعد.

● **التعلم**

تعـد جميـع أجهـزة التحكـم عـن بعـد التعليمية (learning remote) أجهـزة تحكـم عامة لها القدرة علـى التحكم في أكثر من جهاز في وقت واحد، ويمكنها



■ شكل (١) قطع المعلومات المرسلة إلى وحدة الاستقبال.

استقبال وتخزين الشفرات المرسلة بواسطة جهاز تحكم آخر، ومن ثم إرسالها للتحكم بأي جهاز يمكنه فهمها. وعلى سبيل المثال لو وجد مستقبل مع جهاز تحكم عن بعد مبرمج سابقاً (preprogrammed remote)، ووجود جهاز تلفاز مرفق معه جهاز تحكم تعليمي عام (Universal remote)، فإن الجهاز التعليمي يمكنه التقاط الإشارات التي تصدر من جهاز التحكم عن بعد الخاص بالمستقبل والتحكم فيه، وليس من المهم إدخال شفرات الأوامر في جهاز التحكم عن بعد التعليمي، لأنه سيقوم بالتقاط وتخزين الإشارات التي تصدر من أجهزة التحكم الأخرى.

● **الأوامر الكبيرة**

تمتاز أجهزة التحكم عن بعد بإمكانية برمجتها لتحدث سلسلة من الأوامر بشكل متتابع بمجرد الضغط على زر واحد، وهذا ما يعرف بالأوامر الكبيرة (Macro commands) التي يمكن تفعيلها من ضغطة زر واحدة، ومن ذلك مثلاً مشاهدة فيلم أو الاستماع إلى أسطوانة صوتية.

● **التوصيل بالحاسب الآلي**

لم تكن أجهزة الحاسب الآلي بعيدة عن إمكانية التحكم بها عن بعد، إذ وجدت أجهزة تحكم عن بعد بالحاسب الآلي (PC Connectivity)، وذلك عن طريق منفذ (USB)، الذي يعد مدخلاً لفلاش الذاكرة المتحركة (Flash Memory)؛ وبالتالي يمكن تحميل البرامج المطلوبة أو تحميل شفرات الأوامر وتغيير أيقونات الجرافيك (تصميم الرسوم الحاسوبية) عن طريق أجهزة التحكم عن بعد المحتوية على شاشة (LCD).

● **شاشة**

يمكن لبعض أجهزة التحكم عن بعد أن تحتوي على شاشة (LCD) تكون مهمتها عرض البيانات أو استقبال البيانات المدخلة.

● **مستخدم السطوح البينية**

تعتمد معظم أجهزة التحكم عن بعد على طريقة الضغط البسيط على الزر، إلا أن بعضها الآخر يمتلك طرق تقنية عالية للأوامر المدخلة، حيث يوجد الآن أجهزة تحكم عن بعد يمكن تشغيلها عن طريق شاشة لمس (LCD) أو عصا تحكم (Joystick) (للأوامر المحددة للاتجاهات والأوامر الصوتية).

تعديل أجهزة الأشعة تحت الحمراء

يمكن لبعض أجهزة التحكم التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء (IR) أن ترسل إلى الخارج إشارات الأشعة تحت الحمراء وإشارات ذبذبات الراديو، إلا أن إشارات ذبذبات الراديو ليست معنية بالتحكم في الأجهزة التي تعمل بواسطة ذبذبات الراديو ولا يمكنها التحكم فيها، ولكنها معنية بتوسيع مدى التشغيل (Operating range) لأجهزة التحكم عن بعد التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء (IR) في نطاق مسافة تتراوح بين ١٠-٣٠ متر، إضافة إلى تمكين الإشارات من اختراق الجدران والكابينات المغطاة بالزجاج (glass cabinet enclousers). وبالتالي فإن أجهزة التحكم عن بعد هذه يمكنها نقل إشارات (IR) و (RF) آلياً لكل أمر.

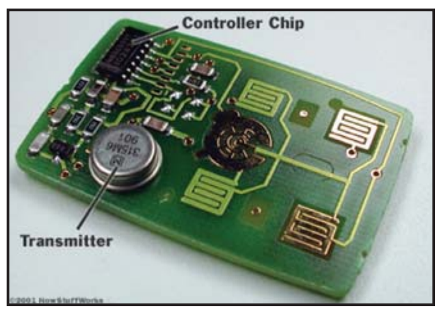
عندما يتم تبديل المحول (RF) إلى (IR) فإن الدارة المتكاملة يمكنها استقبال وتحويل الإشارة مجدداً إلى نبضات الأشعة تحت الحمراء (infrared pulses) ويمكن للجهاز استيعابها، وهكذا يصبح بالإمكان امتلاك جهاز تحكم عن بعد (IR) يمكنه رفع الصوت لجهاز الستيريو المنزلي عندما يكون الشخص في غرفة بعيدة عن الجهاز أو عند صعود سلالم غرفة النوم.

يمكن للأنظمة المنزلية الآلية الكاملة (Full home automation systems) أن تجعل من الممكن استخدام جهاز تحكم عن بعد واحد فقط لإدارة الإضاءة وأنظمة الوقت وأجهزة الرفاهية عن طريق مستقبل ذي سلك متصل مباشرة بالأسلاك الإلكترونية للمنزل.

تطور أجهزة التحكم عن بعد

كانت أجهزة التحكم عن بعد الخاصة بفتح وغلق باب مرآب (كراج) السيارة في خمسينيات القرن الماضي يسيرة جداً، حيث كانت ترسل إشارة واحدة للخارج، ومن ثم يستجيب فاتح مرآب السيارة بالفتح أو الغلق، وقد شكل ذلك مشكلة، حيث كان بالإمكان فتح أكثر من مرآب سيارة باستخدام جهاز تحكم عن بعد واحد.

ومع حلول عام ١٩٧٠م، أصبحت أجهزة



■ صورة جهاز التحكم عن بعد الخاص بفتح وغلق أبواب السيارة.

التحكم في فتح وغلق مرآب السيارة أكثر تعقيداً، حيث يتكون من رقاقة التحكم (controller chip) باللون الأسود، ومفتاح (DIP Switch) باللون الأزرق، ومكون من ثمانية مفاتيح صغيرة منتظمة في صندوق مغلف صغير وملتحمة مع لوحة الدائرة. وتوضح الصورة أعلاه جهاز التحكم عن بعد الخاص بفتح وغلق ابواب السيارة.

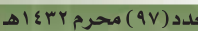
يمكن التحكم بشفرات الناقل المرسلة عن طريق ضبط مفاتيح (DIP) الموجودة داخل الناقل، وبالتالي فإن مرآب السيارة يمكن أن يُفتح فقط في حالة ضبط مفتاح (DIP) على نفس النمط؛ وهذا يمنح جهاز التحكم عن بعد مستوى معين من الأمان إلا أنه ليس عالياً.

كما يمكن لمفاتيح (DIP) أن تمنح ٢٥٦ مجموعة من التوافقيات المكنة (combinations) التي تختلف من جهاز تحكم لآخر، ويعد هذا كافياً لحماية أبواب السيارات لعدة أشخاص قاطنين جوار بعضهم البعض من أن يفتح أحدهم سيارة الآخر .

الجدير بالذكر أن وحدة الإرسال الموجودة في أجهزة التحكم عن بعد لفتح أبواب السيارات كانت يسيرة في التركيب خلال فترة ١٩٧٠م؛ حيث تتكون من إثنين من الترانزستورات الموضحة في الصورة، ومزودة ببطارية تصل قوتها إلى ٩-فولت وهي البطارية نفسها التي يمكن أن توجد في أجهزة التحدث اللاسلكي (Walkie-talkies) منخفضة القوة (low power)، كما أن نواقل أجهزة التحكم المدخلة عديمة المفتاح (remote keyless-entry) أصبحت معقدة اليوم أكثر من الماضي.

المراجع

http://electronics.howstuffworks.com/remote-control.htm
http://electronics.howstuffworks.com/remote-control١.htm
http://electronics.howstuffworks.com/remote-control٢.htm
http://electronics.howstuffworks.com/remote-control٣.htm




مسح الموروثات ومسح الصفات للمرضى السعوديين بداء الورم الحبيبي المزمن

مرض الورم الحبيبي اضطراب وراثي يصيب وظيفة البالعات القاتلة للجراثيم، وهو من أمراض نقص المناعة النادرة في المجتمع السعودي، وينتج عن عدم تمكن خلايا الدم البيضاء من قتل بعض الميكروبات بعد ابتلاعها.

تعد نقاط الاختلاف السريرية لهذا المرض والطفرات الوراثية التي تسببه عند المرضى السعوديين مقارنة بغيرهم في العالم غير معروفة، علاوة على ذلك هناك صعوبة في تشخيص بعض الحالات باستخدام الطرق التقليدية. وعليه فقد دعمت **مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية** مشروع البحث رقم (٠٤-٢٦- ب م) بالعنوان المذكور للباحث الرئيس الدكتور **عبدالله العنقري**، والباحثين المشاركين: الدكتور **عبدالعزيز السويلم**، والدكتور **عبدالرحمن المزروع**، والدكتور **ماهر شحاته**، والدكتور **عادل المقرن**.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى ما يلي:

- التأكد من قدرة خلايا الدم البيضاء على إنتاج مواد تساعد على قتل الميكروبات.
- تعيين العلامات السريرية للمرضى السعوديين مقارنة بالمرضى الآخرين في العالم.
- تأكيد تشخيص المرض من عدمه عن طريق الكشف عن الطفرات الوراثية لمجموعة المرضى السعوديين.
- البحث عن أي علاقة بين نوع الطفرة الوراثية وتصنيع البروتين وطبيعة العلامات السريرية.
- تطوير طريقة أدق وأسرع في التشخيص.

الخطوات

تم تحديد خطوات المشروع بجمع ٢١ عينة من المرضى وبعض أفراد أسرهم، إضافة إلى عينات ضابطة من أفراد طبيعيين هم أفراد الفريق البحثي، إضافة إلى الخطوات التالية:

- إجراء التحليل النوعي والكمي لخلايا كرات الدم البيضاء.
- التحليل الكمي للخلايا المعطوبة في المرضى.
- استخراج الحامض النووي (الدنا).
- تصميم البادئات الخاصة بالمورثات التي تتحكم في المرض.
- مضاعفة عينات الدنا باستخدام تقنية تفاعل البلمرة التسلسلي لعزل الإكسونات المكونة للمورثات التي تتحكم في المرض.
- مضاعفة الضوابط الإيجابية والسلبية مع العينات.
- دراسة تسلسل الدنا لأجزاء المورث المشفرة (الإكسونات) وغير المشفرة (الإنترونات) في الفرد السليم ومقارنته بالمرضى للتعرف على الطفرات المسببة للمرض.
- اكتشاف تغيرات مماثلة ومختلفة في المرضى السعوديين مع الآخرين.

النتائج

أظهرت النتائج الجزيئية النهائية أن العينات المرضية المفحوصة هي لمرضى غير مصابين بالحالة المرضية المرتبطة بالصبغيات الجنسية، وعليه فقد تكون مرتبطة بالصبغيات الجسدية، كما أظهرت وجود بعض التعددات الشكلية في عدد من العينات، وقد أكدت نتائج تحليل العينات بمختبرات المدينة تطابقها مع النتائج التي توصلت إليها إحدى المختبرات العالمية (كوريلاجين) التي ارسلت إليها العينات نفسها.

الخلاصة والتوصيات

أظهرت النتائج الجزيئية النهائية ما يلي:

١- أن العينات المرضية المفحوصة هي لمرضى غير مصابين بالحالة المرضية المرتبطة بالصبغيات الجنسية، وعليه فقد تكون مرتبطة بالصبغيات الجسدية، خصوصاً أن هناك قرابة دم بين الوالدين في ٨٠٪ من العائلات.

٢-يتطلب التشخيص الدقيق لهذا المرض بالطرق الجزيئية متابعة هذه الدراسة بآلية مختلفة في عدد العينات وجمعها وحفظها.

٣- ضرورة التنسيق مع وزارة الصحة، والمراكز الطبية، والمستشفيات، والمراكز البحثية، والجامعات، بالإضافة لأفراد المجتمع في المملكة فيما يتعلق بهذا المرض.

هم صنعوا التاريخ

وأنت

تصنع المستقبل

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST



مؤسس علم التعمية أو التشفير

هو أبو يوسف يعقوب بن إسحاق، عالم كبير عاش في القرن الثالث الهجري - التاسع الميلادي. ألّف الكندي أكثر من ٢٠٠ كتاب تناولت مواضيع مختلفة منها الحساب، والهندسة، والطب، والتعمية (التشفير) والفيزياء، والمنطق، والفلسفة والمد والجزر، وعلم المعادن، وأنواع الجواهر، وأنواع الحديد. كما كان من أوائل مترجمي مؤلفات اليونان إلى العربية وقد ترجمت معظم كتب الكندي إلى اللغة اللاتينية. فكان لها تأثير كبير على تطور علوم كثيرة على امتداد قرون حتى عصرنا الحاضر، وله السبق في علم التعمية وكسرها.



طفاية الحريق

تتعرض المنازل والمصانع والمركبات لحوادث الحريق الناتجة عن اشتعال النيران، ونتيجة لذلك ظهرت الحاجة إلى طفايات الحريق على اختلاف أنواعها، حتى أصبحت جزءاً من تصميم المباني بحسب الغرض المستخدم له المبنى. تطورت طفايات الحريق وتنوعت أشكالها مع مرور الزمن لتناسب الحرائق المختلفة، فمنها ما يختص بحرائق النار العادية، ومنها ما يختص بحرائق المواد الكيميائية والكهربائية والبترولية؛ لذلك تنوعت مكوناتها، فمنها ما يوجد على شكل مسحوق (بودرة)، ومنها ما يوجد على شكل رغوة، ومنها ما يوجد على شكل غاز.

فلذات أكبادنا

يسعدنا في هذا العدد أن نقدم لفلذات أكبانا تجربة مبسطة تمثل طفاية حريق تعمل بغاز ثاني أكسيد الكربون.

الأدوات

سدادة مطاطية مثقوبة، وخيط، وزجاجة حليب، وأنبوب زجاجي يكون أحد طرفيه مضغوط (ضيق)، وقارورة عطر صغيرة، وبيكربونات الصوديوم، وحمض الخل، وحطب، وكبريت. (يجب أن يكون والدك أو أخوك الأكبر موجوداً).

خطوات العمل

١- إملأ قارورة الحليب إلى منتصفها بالماء.

٢- أضف إلى الماء ثلاث ملاعق صغيرة من بيكربونات الصوديوم.

٣- اربط الخيط حول رقبة زجاجة العطر، ثم املأها بحمض الخل.

٤- علق زجاجة العطر بالخيط على حافة زجاجة الحليب.

٥- ضع الأنبوب الزجاجي في ثقب السدادة، ثم غط بها زجاجة الحليب، بحيث تظل زجاجة العطر معلقة داخل قارورة الحليب، ويكون طرف الأنبوب الضيق إلى الخارج، شكل (١).

٦- أطلب من والدك أو أخوك الأكبر أن يشعل النار في الحطب.

٧- أقلب زجاجة الحليب رأساً على عقب فوق ألسنة اللهب، ماذا تشاهد؟.

المشاهدة

نشاهد خروج غاز من قارورة الحليب عبر الأنبوب الزجاجي وانطفاء النار.

الاستنتاج

نستنتج أن الغاز المنطلق من الأنبوب لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال؛ وبالتالي عمل على إطفاء النار.



▪ شكل (١).

التعليل

عند انقلاب زجاجة الحليب اختلط حمض الخل مع محلول بيكربونات الصوديوم فتفاعلت المادتان، ونتج عن ذلك تصاعد ثاني أكسيد الكربون الذي لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال، فعمل سحابة حول النار تمنع وصول الأكسجين - لأنه الأثقل - فانطفأت النار.

المصدر

سلسلة العلماء الصغار (٣) - تجارب مسلية في الكيمياء- دار الرشيد (دمشق-بيروت).



ابن الهيثم

مؤسس علم البصريات

هو محمد بن الحسن بن الهيثم أبو علي البصري ولد في البصرة سنة ٣٦٥هـ (٩٦٥م). عالم عربي لقّب بأمير النور، إذ درس ظواهر إنكسار الضوء وإنعكاسه بشكل مفصّل، وهو أول من أدرك أن الأشعة الضوئية لاتنبعث من العين بل تدخل إليها، كما أرسى أساسيات علم العدسات وشرّح العين تشريحاً كاملاً. وهو أول من قام بتجارب الكاميرا. كما وصف الكاميرا ذات الثقب بعد أن لاحظ الطريقة التي يمر بها الضوء خلال ثقب في مصراعي نافذة، واستنتج أنه كلما صغر ثقب الكاميرا كلما كانت الصورة أفضل وبهذا نشأت أول كاميرا مظلمة والتي تعتبر كسلف للكاميرا الحالية. علماً بأن كلمة الكاميرا هي الأسم المشتق من الكلمة العربية "القمرة" وتعني الغرفة المظلمة بشباك.

شريط المعلومات

الخلايا الجذعية وتجديد المثانة

نجح باحثون أمريكيون من مدرسة فينبيرغ الطبية التابعة لجامعة نورث ويسترن، شيكاغو، الولايات المتحدة، في تطوير نموذج طبي لإعادة تكوين المثانة البولية لمريض، وذلك باستخدام الخلايا الجذعية المزروعة والمأخوذة من نخاع عظام المريض. يعد هذا البحث مفيد بشكل خاص للأطفال الذين يعانون من النمو المتشوه للمثانة (abnormally developed bladder)، كما سيقدم هذا البحث خطوة مفيدة في مجال زراعات الأعضاء الجديدة.

قام **آرون شارما** (Arun Sharma) قائد الفريق الطبي البحثي بالجامعة بالتعاون مع إيرل تشينغ (Earl Cheng)، بأخذ الخلايا الجذعية الوسطية لنخاع العظام (bone marrow mesenchymal stem cells- MSCs)، والتي تم أخذها من المريض المذكور. وذلك خلافا للدراسات السابقة التي أجريت للخلايا الجذعية على حيونات التجارب.

يشير **شارما** إلى أن التطورات في استخدام الخلايا الجذعية للعظام المأخوذة من المريض قد فتحت آفاقا جديدة لاكتشاف طرق علاجية مستحدثة في مجال زراعة الأعضاء، خاصة فيما يتعلق بتجديد المثانة.

ويضيف **شارما** « إن عدة استنتاجات من هذه الدراسة قد كشفت عن المرونة البلاستيكية للخلايا الجذعية المشتقة من نخاع العظام، والتي جعلتها مثالية في مجال زراعة الأعضاء.

اكتشف **شارما** وزملاؤه أن الخلايا الجذعية الوسطية لنخاع العظام (MSCs) تمتلك نفس الصفات المظهرية والفسيولوجية المتشابهة مع الخلايا العضلية الملساء للمثانة (bladder smooth muscle cells-bSMCs).

الجدير بالذكر أن **شارما** ومجموعته قاموا في البداية – قبل الدراسة المذكورة – بتطوير نموذج على قرد تجارب؛ حيث تم استخدام مثانة قرد بابون، عن طريق قطع جزء من جدار المثانة جراحيا، ومن ثم زرعت خلايا جذعية متوسطة لنخاع العظام مأخوذة من نفس القرد على موضع الجزء المفقود من جدار المثانة؛ وذلك من أجل عملية تجديد جزئي للمثانة.

اكتشف الباحثون أن الخلايا الجذعية نجحت في التخصص وأصبح لها القدرة على تكوين منطقة مطعمة جراحيا وتعويض المنطقة المفقودة بالكامل في تلك المثانة، كما نجحت تلك الخلايا في البقاء نشطة طيلة ١٠ أسابيع بعد إجراء الجراحة.

كما تمكنت الخلايا الجذعية المتوسطة لنخاع عظام القرد من الاحتفاظ بالقدرة على التعبير عن مفتاح علامات الخلايا العضلية الناعمة (Key smooth muscle cell markers)، والذي له أهمية في نمو المثانة وتمددها في الحجم إضافة إلى دورات التقلص الوظيفية للمثانة.

خلص الباحثون إلى أن نموذج المثانة الجديدة المتكونة من الخلايا الجذعية تسلط الضوء على عملية تجدد المثانة ، كما أنها تمنح دليلا قويا يثبت أنه يمكن استغلال الخلايا الجذعية المتوسطة في تطبيقات هندسة الأنسجة.

يضيف **شارما** أن نموذج المثانة الحيوانية المتجددة سيمنح مستقبلاً مفتاحاً للبيانات قبل السريرية، والتي يمكن الاستفادة منها في التشخيص السريري لاحقا.

المصدر:-

www.sciencedaily.com(Nov .29, 2010)

ارتفاع حرارة بحيرات العالم

أشار العلماء بوكالة الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) في أول دراسة دولية مكثفة إلى أن معدلات درجات الحرارة في بحيرات العالم قد ارتفعت خلال الخمس وعشرين عاما الماضية؛ نتيجة للاحتباس الحراري.

قام **فيليب شنايدر** (Philipp Schinder) **وسيمون هوك** (Simon Hook) – الباحثان بمختبر الدفع النفاث، باسادينا، كاليفورنيا- باستخدام البيانات المأخوذة بالأقمار الاصطناعية لقياس درجات الحرارة لعدة بحيرات حول العالم بلغ عددها ١٦٧ بحيرة.

اكتشف **شنايدر وهوك** أن متوسط معدل ارتفاع درجة الحرارة للبحيرات تحت الدراسة بلغ ٠,٤٥ درجة مئوية (٠,٨١ فهرنهايت) في عشر سنوات، كما وصل إلى ١ درجة مئوية لبعض تلك البحيرات، كما أشارت النتائج إلى أن مستويات الارتفاع في درجات الحرارة كانت أكبر في النصف الشمالي من الكرة الأرضية .

يذكر **شنايدر** أن نتائج تحليل الأقمار الاصطناعية زودت العلماء بمصدر معلومات جديد يمكن الوثوق به لتقييم التأثيرات السلبية للاحتباس الحراري حول العالم.

الجدير بالذكر أن الارتفاع الطفيف في درجات حرارة المياه ينتج عنه إفراز الطحالب لمركبات سامة تؤثر على معيشة الأسماك، كما قد تؤدي تلك السموم إلى سيادة أنواع حيوانية ونباتية غير متوطنة في الأنظمة البيئية لتلك البحيرات.

استخدم **شنايدر وهوك** التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء(thermal infrared imagery) الموجود لدى وكالة الفضاء والأقمار الاصطناعية الأوروبية ووكالة حماية الغلاف الجوي والمحيطات، وقد تم التركيز على درجات حرارة البحيرات خلال فصل الصيف (يوليو إلى سبتمبر في نصف الكرة الأرضية الشمالي ويناير إلى مارس في نصف الكرة الأرضية الجنوبي)؛ وبسبب صعوبة جمع المعلومات في الفصول التي يتكون فيها الجليد على البحيرات أو التي تحجب بواسطة السحب فقد تم جمع المعلومات خلال وقت المساء.

تم اختيار البحيرات المطلوبة للدراسة من خلال قاعدة بيانات عالمية لبحيرات العالم والأراضي الرطبة، وقد تم اختيار البحيرات اعتمادا على حجمها ومساحة سطحها (بحيث لا تقل مساحتها عن ٥٠٠ كيلومترا مربعا بحيث لا تؤثر اليابسة عليها ولا تتداخل في تغيير القياسات الناتجة وأن تكون بعيدة عن الشواطيء .

استنتج الباحثان أن منطقة البحيرات الأكثر تضررا من الاحتباس الحراري كانت في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ومنها منطقة شمال أوروبا، بينما كانت معدلات الارتفاع في درجة الحرارة منخفضة في بحيرات جنوب أوروبا حول منطقة البحر الأسود وبحر قزوين وكازاخستان، كما ارتفعت درجات الحرارة في شرق أوروبا في صربيا، وشرق آسيا في منغوليا، وشمال الصين.

ارتفعت – أيضا – درجات الحرارة في المسطحات المائية لأمريكا الشمالية خاصة في الجنوب الغربي من الولايات المتحدة الأمريكية، الذي كان أكثر تأثرا من منطقة البحيرات العظمى. كما أن مناطق الغابات في جنوب خط الاستواء وخطوط العرض المتوسطة لم تتأثر كثيرا بالارتفاع في درجة الحرارة.

الجدير بالذكر أن نتائج قياس درجات الحرارة التي تم الحصول عليها بواسطة الأقمار الاصطناعية تتوافق مع النتائج التي تم قياسها بواسطة تسعة من عوامات القياس (buoys) التي تم وضعها في منطقة البحيرات العظمى (أكبر بحيرات العالم مساحة)؛ بهدف قياس مساحتها وحجمها الإجمالي بالإضافة إلى درجة الحرارة، كما توافقت هذه النتائج مع نتائج مركز بيانات درجات الحرارة لسطح الأرض التابع لوكالة الفضاء الأمريكية .

المصدر:-

www.sciencedaily.com (Nov, 28,2010)

فوائد عصير الرمان

نجح باحثون بجامعة كاليفورنيا في تحديد مكونات عصير الرمان التي لها دور في تثبيط حركة الخلايا السرطانية وإضعاف انجذابها نحو الإشارات الكيميائية المحفزة لتكون الأورام الخبيثة الثانوية (metastasis) في سرطان البروستاتا وسرطان العظام؛ مما يقود إلى اكتشاف طرق علاجية جديدة لمنع الإصابة بتلك الأورام السرطانية.

قامت مجموعة من الباحثين بقيادة **مانويلا مارتن جرين** (Manuela Martin-Green)- أستاذة بيولوجية الخلية بجامعة كاليفورنيا – باختبار عصير الرمان في المعمل على خلايا سرطانية للبروستاتا والتي تملك خاصية مقاومة للتستوستيرون، وقد وجد الباحثون أن خلايا الأورام السرطانية (tumer cells) المعالجة بعصير الرمان أظهرت زيادة في خاصية الالتصاق (adhesion)، كما قلت عدد الخلايا المتكسرة وانخفضت نسبة هجرة الخلايا.

قام الباحثون بتحديد العناصر النشطة الفعالة الموجودة في عصير الرمان والتي تمتلك تأثير جزيئي على التصاق وهجرة خلايا البروستاتا السرطانية مثل: فينايل بروبانويدز (phenylpropanoids)، حمض الهيدروبنزويك (hydrobenzoic acid)، الفلافنولات (flavnoes)، الأحماض الدهنية المتوافقة (conjugated fatty acids).

أوضحت **جرين** أن عصير الرمان قام بتثبيط فعال لوظيفة بروتين مهم ينتج في نخاع العظام يعمل على تحريك الخلايا السرطانية تجاه العظام ويمكنها من تكوين أورام سرطانية ثانوية جديدة.

ويعكف فريق **مارتنز جرين** البحثي على إجراء المزيد من الاختبارات على تأثير عصير الرمان على الخلايا السرطانية للبروستاتا المزروعة في المختبر للكشف عن التأثيرات الجانبية لها إن وجدت .

المصدر:-

www.sciencedaily.com . (Dec 12 , 2010)



ابن خلدون

مؤسس علم الاجتماع

ولي الدين عبد الرحمن بن محمد بن خلدون الحضرمي أحد العلماء الذين تفخر بهم الحضارة الإسلامية، فقد ترك تراثاً مازال تأثيره ممتداً حتى اليوم . ولد ابن خلدون في تونس عام ٧٣٢هـ (١٣٣٢م) وحفظ القرآن الكريم في طفولته. امتاز ابن خلدون بسعة اطلاعه على ما كتبه القدامى وعلى أحوال البشر وقدرته على استعراض الآراء ونقدها، ودقة الملاحظة مع حرية في التفكير وإنصاف أصحاب الآراء المخالفة لرأيه، كان لمؤلفاته عن التاريخ موضوعية. وهو مؤسس علم الاجتماع وأول من وضع أسسه الحديثة.

مع القراء



قراءنا الأعزاء

يطيب اللقاء بكم من خلال تواصلكم بكل القنوات المتاحة ، لتثمر هذه الصفحة التي نفردها مع كل عدد حتى نكاتبكم، ونفتح صدورنا لكم ، فأنتم الذين لا نملك غنى عنكم، كتبنا لأجلكم، واجتهدنا في الوصول إليكم، حتى نبني بما تخطه الأنامل وتفهمه العقول واقعاً حضارياً مجيداً لأمتنا.

الأخ الكريم / متعب ماطر البلادي - الطائف

بلغنا ما جادت به عباراتك من ثناء على المجلة من حيث لغتها وأسلوبها ومعلوماتها، وهذا مما لاشك فيه هو محور اهتمامنا عندما أطلقنا عنان هذه المجلة، ثناؤك أخي الكريم نقدره ونعتز به كثيراً، فنجاحنا يعتمد على الله ثم عليكم، نشكرك ويسرنا إضافة اسمك بكل سرور إلى قائمة إهداءات المجلة.

الأخ الكريم / عديلي نزار- الجزائر

نشكر لك حرصك على مراسلتنا ، وتوجيهك عذب الكلام للمجلة والقائمين عليها، ونحمد الله على شعبيتنا بين الأوساط العلمية في الجزائر الشقيقة، ويسرنا تنفيذ طلبك في تزويدك بالأعداد التي طلبتها، كما تسعدنا إضافتك إلى أصدقاء المجلة الدائمين إن شاء الله.

الأخ الكريم / نواف صالح الزهراني - الرياض

اطلعنا على رسالتك، ونشكرك على تواصلك معنا وسعيك إلينا، ورغبتك في إضافتك كقارئ للمجلة، ويسعدنا الترحيب بك صديقاً جديداً للمجلة ، فأهلاً بك.

الأخ الكريم / محمود عدنان الحلبي - سوريا

وصلتنا رسالتك و تناولناها باهتمام بالغ، وإيمانا منا بدورنا في المجتمع فإننا سنستمر في التواصل معك وإرسال المجلة إليك أينما كنت، راجين أن تصلك المجلة وأنت تنعم بالخير والعافية.

الأخ الكريم / محمد أبوبكر بالحداد - الأحساء

نشكرك على اهتمامك وحرصك على وصول المجلة إليك، ورغبتك في تغيير عنوانك البريدي، وتأكيداً منا فإنه قد تم تعديل عنوانك البريدي حسب المرفق، آملين انتظام وصولها إليك كما كانت على العنوان الجديد.

الأخ الكريم / محمد علي القويزاني - الرياض

نشكر لك متابعتك ومواظبتك على قراءة المجلة كلما وقعت بين يديك، وتحقيقاً لرغبتك في الحصول على نسخة خاصة بك، فإنه يسرنا أن تكون أحد مشتركي المجلة، فأهلاً بك.

الأخت الكريمة / عفاف سعيد سالمين - اليمن

كم كانت رسالتك رائعة الكلمات عميقة المعاني، وكم كانت سعادتنا غامرة بذلك الانطباع الرائع عن المجلة والقائمين عليها، نحن لا نملك من الكلمات إلا أن نحمد الله على هذه القاعدة والشريحة الواسعة من القراء الذين ما فتئوا يسألون ويقترحون ويطلبون، فنستقبل كل كلماتهم بالسرور والحبور، فأهلاً بك قارئة جديدة وصديقة دائمة للمجلة.

الأخ الكريم / محمد بن سليمان الوهيبي - القصيم

سعدنا برسالتك وتوقفنا كثيراً عند توقيعك أملاً في أن نكون نبراساً يضيء السبيل نحو المعرفة والثقافة، نحن نعتمد على مثلك في نشر المعرفة وتوسيع القاعدة من خلال شخصك الكريم، ومن خلال الطلاب الذين تشرف عليهم في المدرسة، فيكونون بذلك نواة لجيل متسع المدارك، عظيم الطموح.

الأخ الكريم / حسين أحمد العائشي - الأحساء

وصلتنا رسالتك، ونأسف لانقطاع المجلة عن الوصول إليك، ونشكرك على اهتمامك في طلبها والسؤال عنها، ويسعدنا تعديل عنوانك البريدي حسب الموضح في رسالتك، راجين أن تعود إليك قريبا.

الأخ الكريم / عادل الحجاج - أمريكا

نسأل الله لك التوفيق في حياتك الجديدة بعيدا عن وطنك، ونشكر لك حرصك على أن تكون المجلة حاضرة معك أينما كنت، وبدورنا نفيدك أنه قد تمت إضافة اسمك حسب عنوانك الجديد، آملين وصولها إليك قريباً، أما بشأن تزويدك ببعض المطبوعات المتخصصة فستحظى بالاهتمام حسب المتوفر منها.

الأخ الكريم / حمد بن سعد الدسم - الهفوف

يسعدنا تحقيق رغبتك في إضافة اسمك لقائمة اشتراكات المجلة، راجين أن تراها قريبا بين يديك. فأهلا بك قارئا جديداً وصديقاً دائماً إن شاء الله.

الأخ الكريم / ياسين سنقوقة - الجزائر

أثلج صدورنا شعورك النبيل تجاه بلدنا بشكل عام، وتجاه المجلة والقائمين عليها بشكل خاص، ونفيدك بأنه قد تمت إضافة اسمك لقائمة المشتركين، راجين وصولها إليك قريباً.

الأخ الكريم / سلطان بن سعد بن إبراهيم- الرياض

أهلا بك قارئاً جديداً، ويسعدنا أن تكون من قراء مجلة العلوم والتقنية، راجين وصولها إليك قريبا.

الأخ الكريم / أمين أحمد الشريف - المدينة المنورة

نحمد الله على استمرارية وصول المجلة إليك، ونشكر لك كلامك الجميل تجاه المجلة والقائمين عليها، ونفيدك بأنه قد تم تعديل عنوانك البريدي حسب الموضح في رسالتك.





حيث تنمو المعرفة

www.kacst.edu.sa
رقم الوثيقة: 05P0007-MAG-0008-AR01
مطابع مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية